



TUGAS AKHIR TK 145501

# INOVASI TEKNOLOGI ALAT PEMURNIAN GARAM DARI IMPURITIESNYA MENGHASILKAN *HIGH SODIUM CHLORIDE* MELALUI METODE REKRISTALISASI DENGAN PENAMBAHAN KOAGULAN PAC

YENI VARIYANA  
NRP. 2312 030 022

MUHAMMAD LUQMAN HAKIM  
NRP. 2312 030 048

DOSEN PEMBIMBING  
Warlinda Eka T, S.Si, MT

PROGRAM STUDI D III TEKNIK KIMIA  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR TK 145501

**INOVASI TEKNOLOGI ALAT PEMURNIAN  
GARAM DARI IMPURITIESNYA MENGHASILKAN  
*HIGH SODIUM CHLORIDE* MELALUI METODE  
REKRISTALISASI DENGAN PENAMBAHAN  
KOAGULAN PAC**

YENI VARIYANA  
NRP. 2312 030 022

MUHAMMAD LUQMAN HAKIM  
NRP. 2312 030 048

DOSEN PEMBIMBING  
Warlinda Eka T, S.Si, MT

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



FINAL PROJECT TK 145501

**INNOVATION TECHNOLOGY PURIFICATION SALT  
MACHINE FROM THE IMPURITIES TO  
PRODUCE SODIUM HIGH CHLORIDE WITH  
RECRYSTALLITATION METHOD AND COAGULANT  
ADDITION PAC**

YENI VARIYANA  
NRP. 2312 030 022

MUHAMMAD LUQMAN HAKIM  
NRP. 2312 030 048

LECTURER  
Warlinda Eka T, S.Si, MT

DEPARTMENT DIPLOMA OF CHEMICAL ENGINEERING  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015



FINAL PROJECT TK 145501

**INNOVATION TECHNOLOGY PURIFICATION SALT  
MACHINE FROM THE IMPURITIES TO  
PRODUCE SODIUM HIGH CHLORIDE WITH  
RECRYSTALLITATION METHOD AND COAGULANT  
ADDITION PAC**

YENI VARIYANA  
NRP. 2312 030 022

MUHAMMAD LUQMAN HAKIM  
NRP. 2312 030 048

LECTURER  
Warlinda Eka T, S.Si, MT

DEPARTMENT DIPLOMA OF CHEMICAL ENGINEERING  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :**  
**INOVASI TEKNOLOGI ALAT PEMURNIAN**  
**GARAM DARI IMPURITIESNYA**  
**MENGHASILKAN *HIGH SODIUM CHLORIDE***  
**MELALUI METODE REKRISTALISASI**  
**DENGAN PENAMBAHAN KOAGULAN PAC**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Dosen Pembimbing**



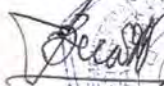
**Warlinda Eka T. S.Si, MT**

**NIP. 19830308 201012 2 007**

Mengetahui,

**Ketua Program Studi**

**D III Teknik Kimia FTI-ITS**



**Ir. Budi Setiawan, M.T.**

**NIP. 19540220 198701 1 001**

**Koordinator Tugas Akhir**

**D III Teknik Kimia FTI-ITS**



**Achmad Ferdiansyah P. P., S. T., M. T.**

**NIP. 2300201308002**

## LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 15 Juni 2015, untuk tugas akhir dengan judul **"Inovasi Teknologi Alat Pemurnian Garam Dari Impuritiesnya Menghasilkan *High Sodium Chloride* Melalui Metode Rekristalisasi Dengan Penambahan Koagulan Pac"**, yang disusun oleh :

Yeni Variyana (2312 030 022)  
Muhammad Luqman H (2312 030 048)

Mengetahui/menyetujui  
Dosen Penguji



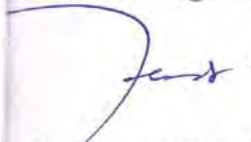
Budi Setiawan, MT  
NIP. 19540220 19807 1 001



Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, M. Sc  
NIP. 19580708 198701 1 001

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir



Ferdiansyah P. P., S. T., M. T.  
NIP. 2300201308002

Dosen Pembimbing



Warlinda Eka T, S.Si. MT  
NIP. 19830308 201012 2 007

# **INOVASI TEKNOLOGI ALAT PEMURNIAN GARAM DARI IMPURITIESNYA MENGHASILKAN *HIGH SODIUM CHLORIDE* MELALUI METODE REKRISTALISASI DENGAN PENAMBAHAN KOAGULAN PAC**

Nama Mahasiswa : Yeni Variyana (2312 030 022)  
Nama Mahasiswa : Muhammad Luqman H (2312 030 048)  
Jurusan : D3 Teknik Kimia FTI-ITS  
Dosen Pembimbing : Warlinda Eka T, S.Si. MT

## **Abstrak**

*Garam merupakan salah satu kebutuhan yang merupakan pelengkap dari kebutuhan pangan dan merupakan sumber elektrolit bagi tubuh manusia. Walaupun Indonesia termasuk negara maritim, namun usaha meningkatkan produksi garam belum diminati, termasuk dalam usaha meningkatkan kualitasnya.*

*Proses pemurnian ini secara garis besar dilakukan dengan tiga tahap: tahap pertama (koagulasi), yaitu dengan menambahkan ion dengan muatan yang berlawanan agar menimbulkan destabilisasi partikel koloid sehingga lapisan difusi akan mengecil dan memungkinkan bekerjanya gaya tarik menarik antar partikel. Koagulannya adalah PAC dan penambahan NaOH dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang ditambahkan ke dalam larutan garam dan dilakukan pengadukan. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ditambahkan terlebih dahulu sebelum NaOH. Tahap kedua (flokulasi), dengan penambahan flokulan untuk membentuk flok-flok yang lebih besar dan lebih berat, akibatnya densitas padatan yang terbentuk menjadi lebih besar dan laju pengendapan menjadi naik. Flokulasi dilakukan dengan pengadukan lambat untuk mencegah pecahnya flok tersebut. Tahap ketiga (sedimentasi), semua flok-flok yang terbentuk akan turun ke dasar wadah memisahkan diri dari larutan dengan percepatan maksimum padatan sesuai konsentrasinya. Tahap keempat (Filtrasi), yaitu dengan melewati fluida yang telah terpisah dari endapannya pada medium penyaringan.*

*Kadar NaCl terbaik pada garam hasil rekristalisasi adalah penambahan koagulan PAC 15 ppm. Kadar ini telah memenuhi SNI 06-0303-1989 sebesar (98,5% d.b) untuk kualitas garam industri soda elektrolisis.*

***Kata kunci : Garam Industri, PAC, Rekristalisasi***

# **INNOVATION TECHNOLOGY PURIFICATION SALT MACHINE FROM THE IMPURITIES TO PRODUCE SODIUM HIGH CHLORIDE WITH RECRYSTALLITATION METHOD AND COAGULANT ADDITION PAC**

Name : Yeni Variyana (2312 030 022)  
Name : Muhammad Luqman H (2312 030 048)  
Department : Diploma of Chemical Engineering FTI-ITS  
Co- Lecturer : Warlinda Eka T, S.Si. MT

## **Abstrak**

*Salt is one requirement that is complementary to the needs of food and a source of electrolytes to the human body. Although Indonesia is a maritime country, but the effort to increase the production of salt is not desirable, including in an effort to improve its quality.*

*This purification process is broadly done in three phases: the first phase (coagulation), by adding ion with a charge opposite yang that cause destabilization of colloidal particles so that the diffusion layer will shrink and allow the operation of attractive forces between the particles. Koagulannya is PAC and the addition of NaOH and Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> were added to the saline solution and stirring. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> was added prior to the second NaOH. Part of (flocculation), with the addition of flocculant to form a floc-floc larger and heavier, consequently density solids that formed became larger and the deposition rate to be increased. Flocculation carried out with slow stirring to prevent the outbreak of the floc. The third stage (sedimentation), all formed floc-floc will drop to the bottom of the container broke away from the solution with maximum acceleration corresponding solids concentration fourth stage (Filtration), namely by passing the fluid that has been separated from the sediment at the filtering medium.*

*From the experiment result are obtained as follows, the highest mass result PAC coagulant addition of 15 ppm. These levels have fulfilled SNI 06-0303-1989 of (98.5% db) to the quality of industrial salt soda electrolysis*

**Keyword : High Sodium Chloride, PAC, Recrystallitation**



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil'alamin, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan ridho-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PEMBUATAN INOVASI TEKNOLOGI ALAT PEMURNIAN GARAM DARI IMPURITIESNYA MENGHASILKAN HIGH SODIUM CHLORIDE MELALUI METODE REKRISTALISASI DENGAN PENAMBAHAN KOAGULAN PAC “**. Sholawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu tugas yang harus diselesaikan sebagai persyaratan kelulusan program studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah mahasiswa dapat memahami dan mampu mengenal proses pembuatan produk pada industri terutama industri kimia yang telah dipelajari di bangku kuliah serta aplikasinya dalam sebuah pembuatan produk (inovasi produk).

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya atas selesainya Tugas Akhir ini, penulis ingin ucapkan kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Kedua orang tua kami yang senantiasa mendoakan dan mendukung setiap langkah kami serta jasa-jasa lain yang terlalu sulit untuk diungkapkan.
2. Ibu Warlinda Eka T, S.Si, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Program Studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
3. Bapak Prof.Dr.Ir.Soeprijanto, MSc selaku dosen penguji Tugas Akhir Program Studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

4. Bapak Ir. Budi Setiawan, MT selaku dosen penguji Program Studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
5. Bapak Ir. Budi Setiawan, MT selaku Ketua Program Studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
6. Bapak Achmad Ferdiansyah PP, ST, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
7. Ibu Prof. Dr. Ir. Danawati Hari P., M.Sc selaku Dosen Wali Program Studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
8. Ibu Ir.Niniek Fajar Puspita, M. Eng selaku Dosen Wali Program Studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
9. Segenap Dosen, staf dan karyawan Program Studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
10. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan disini yang telah membantu terselesainya Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan mohon maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak jika dalam proses dari awal sampai akhir penulisan Tugas Akhir ini ada kata-kata atau perilaku yang kurang berkenan. Terimakasih atas perhatian dan kerjasamanya.

Surabaya, Juni 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1. Latar Belakang .....	I-1
I.2. Perumusan Masalah.....	I-3
I.3. Batasan Masalah.....	I-3
I.4. Tujuan Inovasi Produk .....	I-4
I.5. Manfaat Inovasi Produk .....	I-4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
II.1. Sejarah Garam.....	II-1
II.2. Pengertian Garam.....	II-2
II.3. Sumber dan Teknologi Pembuatan Garam .....	II-5
II.4. Teknologi Pembuatan Garam.....	II-6
II.5. Sifat dan Bahan Baku.....	II-11
II.6. Rekrystalisasi Garam .....	II-12
<b>BAB III METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK</b>	
III.1. Tahap Pelaksanaan.....	III-1
III.2. Bahan yang Digunakan .....	III-1
III.3. Peralatan yang Digunakan .....	III-1
III.4. Variabel yang Dipilih.....	III-2
III.5. Prosedur Percobaan .....	III-2
III.6. Diagram Alir Percobaan .....	III-5
III.7. Diagram Blok Pembuatan Biogas .....	III-11
III.8. Proses Diagram Alir Percobaan .....	III-12
III.9. Gambar Alat Percobaan .....	III-16

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

IV.1. Hasil Percobaan dan Pembahasan..... IV-1

IV.2. Pembahasan..... IV-5

## **BAB V NERACA MASSA DAN PANAS**

V.1. Neraca Massa..... V-1

V.2. Neraca Panas..... V-2

## **BAB VI ANALISIS KEUANGAN**

VI.1. Anggaran Biaya Pembuatan Produk ..... VI-1

VI.2. Harga Pokok Penjualan (HPP)..... VI-4

VI.3. *Break Even Point* (BEP)..... VI-4

## **BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN**

VII.1. Kesimpulan ..... VII-1

VII.2. Saran ..... VII-1

**DAFTAR PUSTAKA** ..... xii

**DAFTAR NOTASI** .....xiv

**APPENDIKS A** ..... A-1

**APPENDIKS B** .....B-1

**APPENDIKS C** .....C-1

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kebutuhan Garam di Indonesia.....	II-4
<b>Tabel 2.2</b> Komposisi Garam Rakyat .....	II-9
<b>Tabel 2.3</b> Komposisi Dari Kotoran Sapi .....	II-6
<b>Tabel 4.1</b> Komposisi Awal Bahan Baku .....	IV-1
<b>Tabel 4.2</b> Rata-rata komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel PAC .....	IV-2
<b>Tabel 4.3</b> Komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel Tanpa Penambahan PAC .....	IV-2
<b>Tabel 4.4</b> Komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel Penambahan PAC 5 ppm.....	IV-2
<b>Tabel 4.5</b> Komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel Penambahan PAC 10 ppm.....	IV-3
<b>Tabel 4.6</b> Komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel Penambahan PAC 15 ppm.....	IV-3
<b>Tabel 4.7</b> Komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel Penambahan PAC 20 ppm.....	IV-4
<b>Tabel 4.8</b> Pengaruh Variabel Penambahan PAC Terhadap Kadar NaCl, Mg, Ca dan Impurities .....	IV-4
<b>Tabel 5.1</b> Neraca Massa Umpan Rekrystalisasi .....	V-1
<b>Tabel 6.1</b> Neraca Panas Pada Rekrystalisasi .....	VI-1
<b>Tabel 7.1</b> Biaya Inventasi Peralatan Proses Produksi .....	VII-1
<b>Tabel 7.2</b> Biaya Kebutuhan Bahan Baku Sekali Produksi ...	VII-2
<b>Tabel 7.3</b> Biaya Pendukung Utilitas Per Produksi .....	VII-2
<b>Tabel 7.4</b> Biaya Pendukung Lainnya .....	VII-2
<b>Tabel 7.5</b> Perbandingan Perhitungan Biaya Penjualan dengan Kenaikan Kapasitas Produksi .....	VII-6

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.8</b> Proses Diagram Alir Percobaan.....	III-12
<b>Gambar 3.9</b> Gambar Alat Percobaan .....	III-16
<b>Gambar 4.1</b> Hasil Rekristalisasi Garam .....	IV-1

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
Cp	Heat capacity	Cal/g°C
Massa	Berat	Gram
T	Suhu	°C
Tref	Suhu refren	°C
$\Delta H$	Enthalpy	Cal
Q	Kalor	Cal
BM	Berat molekul	-
V	Volume	mL

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Garam merupakan salah satu kebutuhan yang merupakan pelengkap dari kebutuhan pangan dan merupakan sumber elektrolit bagi tubuh manusia. Walaupun Indonesia termasuk negara maritim, namun usaha meningkatkan produksi garam belum diminati, termasuk dalam usaha meningkatkan kualitasnya. Di lain pihak untuk kebutuhan garam dengan kualitas baik (kandungan kalsium dan magnesium kurang) banyak diimpor dari luar negeri, terutama dalam hal ini garam beryodium serta garam industri. Kebutuhan garam nasional dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan pertambahan penduduk dan perkembangan industri di Indonesia sebagaimana yang disajikan oleh Direktorat Industri Kimia An Organik, Deperindag dan APROGAKOB pada pertemuan Forum Peluang Pasar garam Indonesia tanggal 31 Oktober 2000 yaitu tahun 1997 s ebesar 1.650.000 ton, tahun 1998 s ebesar 1.825.000 ton, tahun 1999 sebesar 1.935.000 ton dan tahun 2000 sebesar 2.100.000 ton. Untuk tahun 2000 ke butuhan garam nasional diproyeksikan berkisar 855.000–950.000 ton untuk kebutuhan konsumsi dan 1.150.000–1.345.000 ton untuk kebutuhan industri. Sehingga total kebutuhan garam sebanyak 2.100.000–2.200.000 ton sedangkan perkiraan proyeksi produksi garam hanya sekitar 300.000–900.000 ton. Ini berarti bahwa untuk memenuhi kebutuhan garam nasional untuk periode tahun 2000 paling sedikit harus mengimpor garam sebanyak 1.200.000 ton.

Di Indonesia walaupun merupakan negara kepulauan, tetapi pusat pembuatan garam terkonsentrasi di Jawa dan Madura yaitu di Jawa seluas 10.231 Ha (Jawa Barat 1.159 Ha, Jawa Tengah 2.168 Ha, Jawa Timur 6.904 Ha) dan Madura





15.347 Ha (Sumenep 10.067 Ha, Pamekasan 3.075 Ha, Sampang 2.205 Ha). Luas areal yang dikelola oleh PT Garam hanya 5.116 Ha yang seluruhnya berada di pulau Madura yaitu di Sumenep 3.163 Ha, Pemekasan 907 Ha dan di Sampang 1.046 Ha. Lokasi lainnya yaitu di NTB seluas 1.155 Ha, Sulawesi Selatan 2.040 Ha, Sumatera dan lain-lain 1.885 Ha, sehingga luas areal penggaraman seluruhnya sebesar 30.658 Ha dimana 25.542 Ha dikelola secara tradisional oleh rakyat. Areal garam yang dikelola oleh PT. Garam produksinya 60 ton/Ha/tahun, sedang garam rakyat hanya 40 ton/Ha/tahun (PT. Garam Persero, 2000).

Kualitas garam yang dikelola secara tradisional pada umumnya harus diolah kembali untuk dijadikan garam konsumsi maupun untuk garam industri. Pembuatan garam dapat dilakukan dengan beberapa kategori berdasarkan perbedaan kandungan NaCl nya sebagai unsur utama garam. Jenis garam dapat dibagi dalam beberapa kategori seperti; kategori baik sekali, baik dan sedang. Dikatakan berkisar baik sekali jika mengandung kadar NaCl >95%, baik kadar NaCl 90–95%, dan sedang kadar NaCl antara 80–90% tetapi yang diutamakan adalah yang kandungan garamnya di atas 95%.

Garam industri dengan kadar NaCl >95% yaitu sekitar 1.200.000 ton sampai saat ini seluruhnya masih diimpor, hal ini dapat dihindari mengingat Indonesia sebagai negara kepulauan. Sistem penggaraman rakyat sampai saat ini menggunakan kristalisasi total sehingga produktifitas dan kualitasnya masih kurang atau pada umumnya kadar NaClnya kurang dari 90% dan banyak mengandung pengotor padahal luas lahan penggaraman rakyat 25.542 Ha atau sekitar 83,31% dari luas areal penggaraman nasional. Jika 50% dari luas areal penggaraman ini ditingkatkan produktifitasnya menjadi 80 ton/Ha/tahun, maka dapat diproduksi garam sebanyak 1.500.000 ton sehingga total produksi garam nasional menjadi 1.800.000 ton. Dengan demikian kebutuhan impor garam



industri dapat dikurangi dari 1.200.000 ton menjadi hanya sekitar 300.000 ton.

Endapan adalah zat yang memisahkan diri sebagai suatu fase padat keluar dari larutan. Endapan terbentuk jika larutan menjadi terlalu jenuh dengan zat yang bersangkutan. Kelarutan ( $S$ ) suatu endapan menurut definisi adalah sama dengan konsentrasi molar dari larutan jenuhnya. Kelarutan bergantung pada berbagai kondisi seperti suhu, tekanan, konsentrasi bahan-bahan lain dalam larutan itu, dan pada komposisi pelarutnya. Pentingnya flokulasi PAC terhadap air baku air permukaan dan air tanah yang sudah mengalami pengolahan pendahuluan; seringkali terdapat zat padat dalam bentuk atau ukuran yang tidak memungkinkan mengendap pada proses sedimentasi saja atau dengan proses lain di dalam waktu detensi yang efisien

Pada kesempatan ini kami akan membuat inovasi dari pembuatan garam industri yang sesuai dengan SNI telah dilakukan, antara lain dengan alat purifikasi garam rakyat menjadi garam industri dengan metode pencucian dan rekristalisasi dengan adanya flokulan PAC.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah cara pembuatan purifikasi garam rakyat menjadi garam industri dengan metode pencucian dengan variabel penambahan flokulan PAC ( $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$ ) 0;5;10;15;20 ppm dan rekristalisasi dan hasilnya disesuaikan dengan SNI telah dilakukan.

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam percobaan ini, batasan masalah yang akan digunakan adalah cara pembuatan purifikasi garam rakyat menjadi garam industri dengan metode



pencucian dengan variabel penambahan flokulan PAC ( $\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$ ) 0;5;10;15;20 ppm dan rekristalisasi dan hasilnya disesuaikan yang sesuai dengan SNI telah dilakukan.

### 1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari pembuatan pembuatan purifikasi garam rakyat menjadi garam industri dengan metode pencucian dan rekristalisasi yaitu :

1. Untuk mengetahui proses pembuatan purifikasi garam rakyat menjadi garam industri dengan metode pencucian dengan variabel penambahan flokulan PAC ( $\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$ ) 0;5;10;15;20 ppm dan rekristalisasi yang sesuai dengan SNI telah dilakukan.
2. Untuk membuat garam industri dengan inovasi alat pemurnian garam skala rumah tangga.
3. Untuk menganalisa kadar Ca, Mg, *Impurities* dan NaCl garam industri hasil rekristalisasi.

### 1.5 Manfaat Inovasi Produk

1. Manfaat dari penelitian adalah diperoleh informasi tentang tahapan proses pembuatan purifikasi garam rakyat menjadi garam industri dengan metode pencucian dengan variabel penambahan flokulan PAC ( $\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$ ) 0;5;10;15;20 ppm dan rekristalisasi yang sesuai dengan SNI telah dilakukan, meningkatkan nilai guna dari garam rakyat menjadi garam industri dan sebagai prospek kedepan dalam pembenahan garam yang memiliki standar dan mutu berkualitas.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **II.1 Sejarah Garam**

Garam memiliki sejarah yang panjang dan berwarna-warni. Orang Yunani kuno berpikir itu begitu berharga bahwa mereka menggunakannya sebagai mata uang. Garam produksi dan perdagangan adalah bisnis besar dan bahkan penyebab dari beberapa perang di dunia pada saat itu.

Sampai tahun 1800-an, pengasinan merupakan suatu proses atau metode terbaik dan paling tepat yang biasa digunakan untuk menjaga makanan. Garam terus digunakan dalam makanan untuk mencegah pertumbuhan bakteri, fermentasi menurun dan untuk mengubah tekstur makanan dan rasa. Metode awal produksi garam adalah penguapan air laut oleh panas matahari. Metode ini sangat cocok untuk daerah panas, daerah kering dan didekat danau asin laut. Dua ribu tahun yang lalu Cina mulai menggunakan sumur untuk mencapai kolam bawah tanah air garam, beberapa di antaranya lebih dari 0,6 mil (1.0 km) dalam.

Butiran sejarah garam di nusantara ini yang juga pernah disebutkan Denys Lombard sepertinya masih harus dituliskan karena dalam *Encyclopaedie Nederlandsch Indie* dibawah entri zout (garam) tidak memberikan keterangan apa pun mengenai sejarah garam sebelum abad ke-19. Padahal, jauh sebelumnya menurut beberapa catatan disamping gula kelapa, asam, terasi, ikan asin, bawang merah dan bermacam-macam bumbu, garam merupakan salah satu komoditas makanan dan bumbu-bumbuan yang dibawa para pedagang yang lebih profesional serta memiliki jangkauan yang lebih luas di Jawa. Hal ini dapat ditemukan



dalam prasasti abad IX-X Masehi. Dalam hal ini garam yang diperoleh dengan cara kuno erat kaitannya dengan proses pengawetan ikan (ikan asin) pada masa itu Monopoli pemerintah kolonial tidak hanya di Jawa dan Madura, monopoli meluas ke beberapa distrik di Sumatra dan hampir seluruh Borneo (Kalimantan). Sementara itu di barat daya Sulawesi pembuatan garam masih berada di tangan pihak swasta (*Handbook of the Netherlands Indies 1930:121*). Pada jaman Jepang ketika produksi garam di Pulau Jawa berhenti, penduduk Sumatera ramai-ramai merebus air laut untuk mendapatkan garam. Pada 1957 monopoli garam dihapus. Garam negara pun berubah menjadi perusahaan negara pada 1960 (*Cribb, 2004*).

## II.2 Pengertian Garam

Garam adalah senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion *negative* (anion), sehingga akan membentuk senyawa netral (tanpa bermuatan). Garam terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Larutan garam dalam air merupakan larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Cairan dalam tubuh makhluk hidup mengandung larutan garam, misalnya sitoplasma dan darah. Garam adalah mineral yang terdiri dari natrium klorida. Rasa Garam adalah salah satu bumbu makanan yang paling tertua di mana-mana.

Penggaraman merupakan metode penting dalam pengawetan makanan. Garam juga merupakan satu komposisi kimia yang berupaya untuk dijadikan sebagai bahan dagangan. Ini adalah karena garam pada masa kini merupakan satu bahan yang amat diperlukan sama ada digunakan dalam bidang perobatan, pertanian maupun dalam bidang pembuatan makanan.



Secara fisik, garam adalah benda padatan berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan bagian terbesar Natrium *Chlorida* (>80%) serta senyawa lainnya seperti Magnesium *Chlorida*, Magnesium Sulfat, *Calcium Chlorida*, dan lain-lain. Garam mempunyai sifat / karakteristik higroskopis yang berarti mudah menyerap air, *bulk density* (tingkat kepadatan) sebesar 0,8 - 0,9 dan titik lebur pada tingkat suhu 8010 C (*Burhanuddin, 2001*).

Pengelompokan garam di Indonesia berdasarkan SNI adalah garam konsumsi dan garam industri. Kelompok kebutuhan garam konsumsi antara lain untuk konsumsi rumah tangga, industri makanan, industri minyak goreng, industri pengasinan dan pengawetan ikan, sedangkan kelompok kebutuhan garam industri antara lain untuk industri perminyakan, tekstil dan penyamakan kulit, CAP (*Chlor Alkali Plant*) Industrial Salt yang digunakan untuk proses kimia dasar pembuatan soda dan chlor, dan pharmaceutical salt (*BRKP, 2001*).

Garam Natrium klorida untuk keperluan masak dan biasanya diperkaya dengan unsur iodin (dengan menambahkan 5 g NaI per kg NaCl) padatan Kristal berwarna putih, berasa asin, tidak higroskopis, bila mengandung  $MgCl_2$  menjadi berasa agak pahit dan higroskopis. Digunakan terutama sebagai bumbu penting untuk makanan, sebagai bumbu penting untuk makanan, bahan baku pembuatan logam Na dan NaOH ( bahan untuk pembuatan keramik, kaca, dan pupuk ), s ebagai zat pengawet (*Mulyono, 2009*).



**Tabel I.1** Kebutuhan garam di Indonesia (sumber: [www.kemenperin.go.id](http://www.kemenperin.go.id))

Uraian	Tahun			
	2007	2008	2009	2010
Pasokan Dalam Negeri	1.150.000	1.199.000	1.371.000	1.400.000
Kebutuhan Garam Dalam Negeri	2.619.000	2.667.000	2.888.000	2.985.000
- Industri CAP	1.320.000	1.350.000	1.560.000	1.638.000
- Garam Konsumsi	680.000	687.000	693.000	707.000
- Industri Pangan	444.000	455.000	460.000	465.000
- Pengeboran Minyak	125.000	125.000	125.000	125.000
- Aneka	50.000	50.000	50.000	50.000

## II.3 Sumber dan Teknologi Pembuatan Garam

### II.3.1 Sumber Garam

Sumber garam yang didapat dialam berasal dari :

#### 1. Air laut, air danau asin

Yang bersumber air laut terdapat di Mexico, Brazilia, RRC, Australia dan Indonesia yang mencapai  $\pm 40\%$ . Adapun yang bersumber dari danau asin terdapat di Yordania (Laut Mati), Amerika Serikat (Great Salt Lake) dan Australia yang mencapai produksi  $\pm 20\%$  dari total produk dunia.

#### 2. Deposit dalam tanah, tambang garam



---

Terdapat di Amerika Serikat, Belanda, RRC, Thailand, yang mencapai produksi  $\pm 40\%$  total produk dunia.

3. Sumber air dalam tanah

Sangat kecil, karena sampai saat ini dinilai kurang ekonomis maka jarang (sama sekali tidak) dijadikan pilihan usaha. Di Indonesia terdapat sumber air garam di wilayah Purwodadi, Jawa Tengah

(Burhanuddin, 2001)

## II.4 Teknologi Pembuatan Garam

1. Garam dari air laut dan air danau asin, teknologi proses yang digunakan :

- Penguapan melalui teknologi matahari (solar *evaporation*).
- Proses pemisahan NaCl dengan aliran listrik (elektrodialisa).

2. Garam Tambang, teknologi proses yang digunakan:

Langsung dilakukan pencucian terhadap hasil penambangan (*washing plants*), kemudian dilakukan pengeringan dengan *centrifuge* sampai mencapai kadar air 3 – 5 % (untuk menghasilkan garam bahan baku/garam kasar), dilanjutkan proses pengeringan lanjutan (*drying*). hasil penambangan dilarutkan dalam air atau dapat juga dicairkan pada saat masih dibawah permukaan tanah. Kemudian larutan garam tersebut dijernihkan (sesedikit mungkin mengandung kotoran dan senyawa kimia yang dikehendaki), dan selanjutnya dikristalkan kembali dalam kolom kristalisasi (*Crystallization Column*), hasil rekristalisasi dikeringkan dikeringkan dan seterusnya seperti pada proses sebelumnya (Burhanuddin, 2001).





Kristalisasi merupakan istilah yang menunjukkan beberapa fenomena yang berbeda berkaitan dengan pembentukan struktur kristal. Empat tahap pada proses kristalisasi meliputi pembentukan kondisi lewat jenuh atau lewat dingin, nukleasi atau pembentukan kristal inti kristal, pertumbuhan kristal, dan rekristalisasi atau pengaturan kembali struktur kristalin sampai mencapai energi terendah. Kristalisasi menunjukkan sejumlah fenomena yang berkaitan dengan pembentukan struktur matriks kristal. Prinsip pembentukan kristal adalah sebagai berikut:

1. Kondisi lewat jenuh untuk suatu larutan seperti larutan gula atau garam.
2. Kondisi lewat dingin untuk suatu cairan atau lelehan (*melt*) seperti air dan lemak.

Untuk membentuk kristal, fase cairan (*liquid*) harus melewati kondisi lewat dingin (untuk lelehan). Kondisi tersebut dapat tercapai melalui pendinginan dibawah titik leleh suatu komponen (misalnya air) atau melalui penambahan sehingga dicapai kondisi lewat jenuh (misalnya garam dan gula) pada kondisi tidak seimbang ini, molekul-molekul pada cairan yang mengatur diri dan membentuk struktur matriks kristal. Kondisi lewat jenuh atau lewat dingin pada produk pangan diatur melalui proses formulasi atau kondisi lapangan ( *Estiasih, 2009*).

## II.5. Jenis dan kegunaan garam

### II.5.1 Garam Industri

Garam dengan kadar NaCl yaitu 97 % dengan kandungan impurities (sulfat, magnesium dan kalsium serta kotoran lainnya) yang sangat kecil. Kebutuhan garam industri antara lain untuk industri perminyakan, pembuatan soda dan chlor, penyamakan kulit dan pharmaceutical salt.



---

### II.5.2 Garam Konsumsi

Garam dengan kadar NaCl, yaitu 97 % atas dasar bahan kering (*dry basis*), kandungan impuritis (sulfat, magnesium dan kalsium), yaitu 2%, dan kotoran lainnya (lumpur, pasir), yaitu 1% serta kadar air maksimal yaitu 7%. Kelompok kebutuhan garam konsumsi antara lain untuk konsumsi rumah tangga, industri makanan, industri minyak goreng, industri pengasinan dan pengawetan ikan (*Burhanuddin, 2001*).

### II.5.3. Garam Pengawetan

Garam biasa ditambahkan pada proses pengolahan pangan tertentu. Penambahan garam tersebut bertujuan untuk mendapatkan kondisi tertentu yang memungkinkan enzim atau mikroorganisme yang tahan garam (*halotoleran*) bereaksi menghasilkan produk makanan dengan karakteristik tertentu. Kadar garam yang tinggi menyebabkan mikroorganisme yang tidak tahan terhadap garam akan mati. Kondisi selektif ini memungkinkan mikroorganisme yang tahan garam dapat tumbuh. Pada kondisi tertentu penambahan garam berfungsi mengawetkan karena kadar garam yang tinggi menghasilkan tekanan osmotik yang tinggi dan aktivitas air rendah. Kondisi ekstrim ini menyebabkan kebanyakan mikroorganisme tidak dapat hidup. Pengolahan dengan garam biasanya merupakan kombinasi dengan pengolahan yang lain seperti fermentasi dan enzimatis. Contoh pengolahan pangan dengan garam adalah pengolahan acar (*pickle*), pembuatan kecap ikan, pembuatan daging kering, dan pembuatan keju (*Estiasih, 2009*).

### II.5.4 Garam Dapur

Garam dapur dibuat melalui penguapan air laut, dengan proses sederhana, dan meninggalkan sejumlah



mineral dan elemen lainnya (tergantung sumber air). Jumlah mineral yang tidak signifikan menambah cita rasa dan warna pada garam laut. Sehingga, tekstur garam laut di pasaran lebih bervariasi. Beberapa diantaranya lebih kasar, namun ada juga yang lebih halus. Garam jenis ini mengandung  $\pm 0,0016\%$  yodium.

Komposisi rata-rata garam dapur (menurut standar SNI) yaitu:

NaCl	= minimal 94,9 %
Air ( $H_2O$ )	= maksimal 5 %
Iodium	= 30- 80 mg /kg
sebagai $KIO_3$	
$Fe_2O_3$	= maksimal 100 mg/kg
Ca dan Mg	= maksimal 1 %
dihitung sebagai Ca	
$SO_4$	= maksimal 2%
Bagian tidak larut dalam air	= maksimal 0,5%

Ciri-ciri garam dapur :

- Garam dapur dibuat melalui proses sederhana dari penguapan atau evaporasi air laut, sehingga dianggap sebagai garam yang paling alamiah dengan tekstur yang lebih kasar.
- Mengandung yodium dalam jumlah yang sedikit.

### II.5.5 Garam Meja

Berbeda dengan garam laut, garam meja ditambang dari cadangan garam di bawah tanah. Proses pembuatan garam meja lebih berat untuk menghilangkan mineral dan biasanya mengandung aditif untuk mencegah penggumpalan. Kebanyakan dari garam meja di pasaran telah ditambahkan yodium, nutrisi penting yang terjadi



secara alami dalam jumlah kecil dalam garam laut. Garam ini bebas yodium, Mg, Ca dan K<sub>2</sub>.

Ciri-ciri Garam Meja:

Garam meja merupakan hasil tambang dari dalam tanah, dan diproses secara lebih rumit untuk menghilangkan mineral lain yang ikut dalam proses penambangan tersebut. Teksturnya lebih halus sehingga lebih mudah larut dalam air, biasanya diberi tambahan zat adiktif untuk mencegah penggumpalan dan tambahan zat gizi lain agar komposisinya menyerupai garam air laut.

### I.6 Sifat Bahan Baku

Bahan Baku :

I.6.1 Garam rakyat (Kaufmann ; Wikipedia.; Perry 7ed)

Nama Lain	: Crude Sea Salt
Rumus Molekul	: NaCl (komponen utama)
Rumus Bangun	: Na – Cl
Berat Molekul	: 58,5
Warna	: putih
Bau	: tidak berbau
Bentuk	: kristal
Specific Gravity	: 2,163
Melting Point	: 800,4 °C
Boiling Point	: 1413 °C
Solubility, Cold Water (H <sub>2</sub> O=0 °C)	: 35,7 k g/ 100 k g H <sub>2</sub> O
Solubility, Hot Water (H <sub>2</sub> O=100°C)	: 39,8 k g/ 100 k g H <sub>2</sub> O

**Tabel II.2** Komposisi Garam Rakyat (Kaufmann : 59)

Komponen	% Berat
NaCl	84,60%
CaSO <sub>4</sub>	1,02%



MgCl <sub>2</sub>	2,56%
MgSO <sub>4</sub>	0,81%
Impuritis	0,58%
H <sub>2</sub> O	10,43%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>

## II.7 Rekristalisasi Garam

Rekristalisasi merupakan suatu pembentukan kristal kembali dari larutan atau leburan dari material yang ada. Sebenarnya rekristalisasi hanyalah sebuah proses lanjut dari kristalisasi. Apabila kristalisasi (dalam hal ini hasil kristalisasi) memuaskan rekristalisasi hanya bekerja apabila digunakan pada pelarut pada suhu kamar, namun dapat lebih larut pada suhu yang lebih tinggi. Hal ini bertujuan supaya zat tidak murni dapat menerobos kertas saring dan yang tertinggal hanyalah kristal murni (*Fessenden, 1983*).

Proses Kristalisasi terdiri dari beberapa tahapan umum seperti :

### a) Pendinginan

Larutan yang akan dikristalkan didinginkan sampai terbentuk kristal pada larutan tersebut. Metode ini digunakan untuk zat yang kelarutan mengecil bila suhu diturunkan. Pendinginan dilakukan 2x yaitu pendinginan larutan panas sebelum penyaringan dan pendinginan sesudah penguapan.

### b) Penguapan *Solvent*

Larutan yang dikristalkan merupakan senyawa campuran antara solven dan solut. Setelah dipanaskan maka solven menguap dan yang tertinggal hanya kristal. Metode ini digunakan bila penurunan suhu tidak begitu mempengaruhi kelarutan zat pada pelarutnya. Penguapan bertujuan untuk menghilangkan atau



meminimalisir *solvent* atau zat pelarut sisa yang terdapat pada filtrat.

c) Evaporasi Adiabatik

Metode ini digunakan dalam ruang vakum, larutan dipanaskan, dimasukkan dalam tempat vakum yang mana tekanan total lebih rendah dari tekanan uap solvenya. Pada suhu saat larutan dimasukkan ke ruang vakum solven akan menguap dengan cepat dan penguapan itu akan menyebabkan pendinginan secara adiabatik.

d) *Salting Out*

Prinsipnya adalah menambah suatu zat untuk mengurangi zat yang akan dikristalkan. Pengeluaran garam dari larutan dengan zat baru ke dalam larutan bertujuan menurunkan daya larut solven terhadap suhu pada pengatur tersebut. Peningkatan harga  $K$ , jika kedalam suatu larutan ditambah dengan zat elektrolit.

(Cahyono, 1998)

Faktor-faktor yang mempengaruhi kristalisasi adalah diantaranya :

a) Laju pembentukan inti (nukleous)

Laju pembentukan inti dinyatakan dengan jumlah inti yang terbentuk dalam satuan waktu. Jika laju pembentukan inti tinggi, maka banyak sekali kristal yang terbentuk, tetapi tak satupun akan tumbuh menjadi besar, jadi yang terbentuk berupa partikel-partikel koloid.

b) Laju pertumbuhan kristal

Merupakan faktor lain yang mempengaruhi ukuran kristal yang terbentuk selama pengendapan berlangsung. Jika laju tinggi kristal yang besar akan terbentuk, laju



pertumbuhan kristal juga dipengaruhi derajat lewat jenuh.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pembentukan kristal adalah :

- Derajat lewat jenuh.
- Jumlah inti yang ada, atau luas permukaan total dari kristal yang ada.
- Pergerakan antara larutan dan kristal.
- Viskositas larutan.
- Jenis serta banyaknya pengotor

(Handojo, 1995)

Proses rekristalisasi terdiri dari:

- Melarutkan zat tak murni dalam terlarut tertentu pada atau dekat titik leleh.
- Menyaring larutan panas dari partikel bahan tak larut
- Mendinginkan larutan panas sehingga zat terlarut menjadi kristal
- Memisahkan kristal – kristal dari larutan.

Memperoleh suatu senyawa kimia dengan kemurnian yang sangat tinggi merupakan hal yang sangat esensi bagi kepentingan kimiawi. Metode pemurnian suatu padatan yang umum yaitu rekristalisasi (pembentukan kristal berulang). Metode ini pada dasarnya mempertimbangkan perbedaan daya larut padatan yang akan dimurnikan dengan pengotornya dalam pelarut tertentu maupun jika mungkin dalam pelarut tambahan yang lain yang hanya melarutkan zat – zat pengotor saja. Pemurnian demikian banyak dilakukan pada industri – industri (kimia) maupun laboratorium untuk meningkatkan kualitas zat yang bersangkutan.



Persyaratan suatu pelarut yang baik untuk dipakai dalam proses rekristalisasi, antara lain yaitu:

- 1) Memberikan perbedaan kelarutan yang cukup signifikan antara zat yang akan dimurnikan dengan pengotornya.
- 2) Kelarutan suatu zat dalam pelarut merupakan suatu fungsi temperatur, umumnya menurun dengan menurunnya temperatur
- 3) Mudah dipisahkan dari kristalnya
- 4) Tidak meninggalkan zat pengotor di dalam kristal zat yang dimurnikan
- 5) Bersifat *inert* terhadap zat yang dimurnikan.

Rekristalisasi dalam pembuatan garam dapur intinya merupakan metode pemurnian suatu kristal garam dari pengotor-pengotornya. Campuran senyawa yang akan dimurnikan dilarutkan dalam pelarut yang bersesuaian dalam temperatur yang dekat dengan titik didihnya. Selanjutnya untuk memisahkan pengotor atau zat lain dari zat yang diinginkan dilakukan penyaringan sampai terbentuk kristal (Cahyono, 1991).

Rekristalisasi garam batu adalah sebuah proses yang dilakukan untuk menghasilkan garam dengan kemurnian yang sangat tinggi dengan menggunakan sedikit energi panas, sedangkan langkah-langkah prosesnya adalah sebagai berikut :

- a. Bahan baku dialirkan ke *dissolver* untuk dipisahkan dengan pengotor. Dan pengotor yang terendapkan dibuang.
- b. Dari *dissolver* larutan garam dialirkan ke preheater untuk dipanaskan sampai suhu 108 °C dan larutan yang masih mengandung kotoran dialirkan ke *clarifier* untuk dipisahkan dengan kotoran yang masih tersisa.





- c. Larutan garam yang sudah bersih dimasukkan ke evaporator tiga tahap. Larutan garam diuapkan sehingga menghasilkan *slurry* garam dan larutan *brine*.
- d. *Slurry* garam dialirkan ke *slurry* tank lalu dialirkan ke sentrifuge, sedangkan larutan *brine* yang dingin ditampung di tangki lalu dialirkan ke sentrifuge.
- e. Di sentrifuge kristal garam terpisahkan dari air.
- f. Kristal garam yang masih basah lalu didinginkan.

II.5 Penelitian Terdahulu Penelitian yang digunakan sebagai bahan acuan dan mendukung penelitian ini adalah :

Ø Pengaruh Cucian Garam terhadap Komposisi dan Stabilitas Yodium Garam Konsumsi, oleh Nelson Saksono. Proses pencucian garam yang baik pada dasarnya mampu meningkatkan kualitas garam, bukan hanya sekedar membersihkan garam dari kotoran lumpur atau tanah, tetapi juga mampu menghilangkan zat-zat pengotor seperti senyawa-senyawa Mg, Ca, dan kandungan zat pereduksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses pencucian terhadap kandungan zat pengotor higroskopis (Ca dan Mg) dan kandungan zat pereduksi pada garam. Selanjutnya akan diamati sifat-sifat penyerapan air, keasaman (pH) dan kandungan KIO<sub>3</sub> sebagai fungsi waktu untuk mengamati efek dari proses pencucian ini terhadap stabilitas KIO<sub>3</sub> pada garam. Dari hasil percobaan menunjukkan komposisi Mg dan zat pereduksi yang terendah masing-masing 0,016 % wt dan 2,65 ppm dicapai pada proses pencucian dengan garam halus dengan menggunakan brine 27 % w t. Hasil analisis kandungan air menunjukkan kenaikan kandungan Ca dan Mg menyebabkan kenaikan kemampuan penyerapan air pada garam.



Ø Pemurnian NaCl dengan menggunakan Natrium Karbonat, oleh Dina Lestiana dan Istikomah. Proses pemurnian larutan garam dari impuritasnya terutama ion kalsium perlu dilakukan sebelum diumpankan ke electrolyzer. Sekarang ini penghilangan impuritas dari produk garam sering dilakukan dengan menggunakan resin penukar ion. Tujuan penelitian ini adalah penggunaan natrium karbonat sebagai cara alternatif penghilangan ion kalsium, mengkaji pengaruh penambahan natrium karbonat dan flokulan (PAC). Proses pelarutan garam dilakukan pada suhu 70 °C. Penambahan natrium karbonat dilakukan dengan variabel volume, yaitu 0,6 ; 1,2 ; 1,8 ; 2,4 ; 3 dan 3,6 (ml). PAC digunakan sebagai flokulan dengan variabel konsentrasi 10 dan 40 ppm. Setelah penambahan natrium karbonat dan PAC, larutan diaduk, didiamkan selama 30 menit dan disaring. Penambahan natrium hidroksida dilakukan hingga dicapai pH larutan 10. Larutan diendapkan kembali selama 6 jam. Kemudian larutan disaring dan kadar ion kalsium dianalisa dengan metode titrasi. Pembelajaran menunjukkan bahwa penambahan natrium karbonat memberikan pengaruh yang signifikan dalam penghilangan ion kalsium. Namun tidak demikian dengan penambahan PAC. Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa proses penghilangan ion kalsium yang memberikan hasil yang paling baik agar sesuai dengan baku mutu yang diizinkan dilakukan dengan penambahan natrium karbonat 3 ml. Penambahan PAC 10 maupun 40 ppm tidak memberikan pengaruh yang berarti dalam penghilangan ion kalsium. Ø Penentuan Rasio Ca/Mg Optimum pada Proses Pemurnian Garam Dapur, oleh Bahrudin. Pemurnian garam dapur yang berasal dari brine dengan mengendapkan kandungan Ca dan Mg menggunakan penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{NaOH}$ . Tujuan



penelitian untuk menentukan rasio Ca/Mg optimum baik dengan atau tanpa flokulan terhadap pemurnian larutan garam yang digunakan sebagai bahan baku industri chlor alkali. Percobaan dimulai dengan melarutkan garam, jenis solar salt yang berasal dari Australia, ke dalam air distilat untuk menghasilkan larutan garam dengan konsentrasi NaCl berkisar antara 280 s ampai dengan 320 g/l. Selanjutnya larutan garam tersebut dipanaskan hingga mencapai suhu 70 o C. Setelah dianalisa kandungan impuritis ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  dan TSS), ke dalam larutan tersebut ditambahkan larutan  $\text{MgCl}_2$  0,1 M atau larutan  $\text{CaCl}_2$  0,1 M sedemikian sehingga perbandingan berat Ca/Mg sebesar  $\frac{1}{4}$ , lalu ditambahkan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1 M dan larutan NaOH 0,1 N untuk mengendapkan  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  sambil diaduk. Penambahan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1 M dan larutan NaOH 0,1 N sesuai dengan stoikhiometrinya. Pemisahan endapan dan larutan dilakukan setelah larutan garam tersebut dibiarkan selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan lagi analisa kandungan impuritas yang masih tersisa dalam larutan garam tersebut. Percobaan diulangi untuk perbandingan Ca/Mg sebesar  $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 4, 6, 8 dan 10. Percobaan yang sama diulangi lagi, tapi dengan penambahan flocculant Masterflock HAP 14 dengan konsentrasi 2 ppm, setelah penambahan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1 M dan larutan NaOH 0,1 N. Hasil penelitian menunjukkan Pemurnian larutan garam sangat dipengaruhi oleh rasio Ca/Mg, bila rasionya terlalu kecil ataupun terlalu besar mengakibatkan pengendapan impuritis tidak dapat berlangsung dengan baik. Rasio Ca/Mg paling baik diperoleh sebesar 2. Dari penelitian ditemukan bahwa penambahan flokulan cukup mempengaruhi penurunan kadar  $\text{Ca}^{2+}$ , dan relatif sedikit mempengaruhi penurunan kadar  $\text{Mg}^{2+}$  dan TSS. Pada rasio Ca/Mg sebesar



---

2, kadar  $Mg^{2+}$  sudah berada dibawah limit atas baku mutu larutan garam, tanpa perlu penambahan flokulan. Sedangkan kadar  $Ca^{2+}$  dan TSS masih dua kali lebih dari limit atas bila tanpa flokulan, tetapi masih sedikit diatas limit atas untuk  $Ca^{2+}$  dan dua kali diatas limit atas untuk TSS bila menggunakan flokulan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PERCOBAAN**

#### **III.1 Tahap Pelaksanaan**

1. Persiapan bahan baku dan analisa bahan baku
2. Tahap percobaan
3. Tahap analisa hasil percobaan

#### **III.2 Bahan yang Digunakan**

1. Aquades
2. Garam Krosok
3.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
4. NaOH
5. Koagulan PAC (*Poly Aluminium Chlorida*)

#### **III.3 Peralatan yang Digunakan**

1. *Beaker glass*
2. Labu leher 3
3. Cawan
4. Corong
5. Erlenmeyer
6. Gelas ukur
7. Pipet tetes
8. Oven
9. Timbangan elektrik
10. Termometer
11. Pemanas elektrik
12. Motor Pengaduk
13. Statif dan Klem

#### **III.4 Variabel yang Dipilih**

Variabel Tetap :

1. Konsentrasi larutan garam jenuh pada suhu  $30^\circ\text{C}$
2. Waktu kristalisasi 1,5 jam



3. Pengaturan kecepatan pengadukan preparasi umpan rekristalisasi 150 rpm

#### Variabel Berubah

1. Non Preparasi
2. Preparasi dengan penambahan konsentrasi PAC : ( 5; 10; 15; 20) ppm

### III.5 Prosedur Percobaan

#### III.5.1 Persiapan bahan baku dan analisa bahan baku

##### III.5.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

1. Menyiapkan garam krosok kualitas II dari daerah Kalianget, Sumenep, Madura.
2. Menyiapkan bahan-bahan pendukung ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ , PAC).

##### III.5.1.2 Analisa bahan baku

1. Mengukur berat sampel garam untuk mendapatkan berat sampel awal.
2. Melakukan uji analisa kadar kuantitatif Ca, Mg dan NaCl, impurities serta kandungan air dengan uji laboratorium terstandarisasi.

#### III.5.2 Tahap Percobaan

##### III.5.2.1 Preparasi Umpan Rekristalisasi

1. Membuat larutan garam krosok jenuh pada  $30^\circ \text{C}$ .
2. Untuk sampel non-preparasi hanya dilakukan penyaringan untuk memisahkan padatan.
3. Menambahkan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  berdasarkan stoikiometri untuk mengendapkan ion Ca.



4. Menambahkan larutan NaOH pH 12 untuk mengendapkan ion Mg.
5. Menambahkan PAC sesuai variabel untuk mengendapkan padatan tersuspensi.
6. Mengaduk dengan kecepatan 150 rpm.
7. Menyaring larutan tersebut

### III.5.2.2 Proses Rekristalisasi

1. Merancang alat proses rekristalisasi sesuai skema alat percobaan.
2. Mengatur besar pemanasan untuk penguapan solven pada suhu operasi 90°C.
3. Menyalakan pompa vacum dengan menjaga kondisi operasi didalam alat proses rekristalisasi tersebut tidak bocor.
4. Melakukan proses rekristalisasi selama kurang lebih 3 jam.
5. Mengambil *slurry* yang terbentuk.
6. Menyaring *slurry* tersebut dengan kertas saring dan saringan vakum.
7. Mengeringkan garam yang terbentuk dengan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 10 menit.
8. Menimbang hasil yang telah dioven.
9. Mengulangi pemanasan dengan menggunakan oven hingga didapatkan berat konstan.



---

### **III.5.3 Tahap Analisa Hasil Percobaan**

#### **III.5.5 Analisa Produk Hasil Rekrystalisasi**

1. Analisa Ca, Mg, NaCl, impurities dan kandungan air menggunakan uji laboratorium terstandarisasi.

### **III.6 Tempat Pelaksanaan**

Percobaan inovasi produksi pemurnian garam menggunakan metode rekristalisasi dilaksanakan di :

1. Laboratorium Kimia Fisika DIII Teknik Kimia FTI ITS



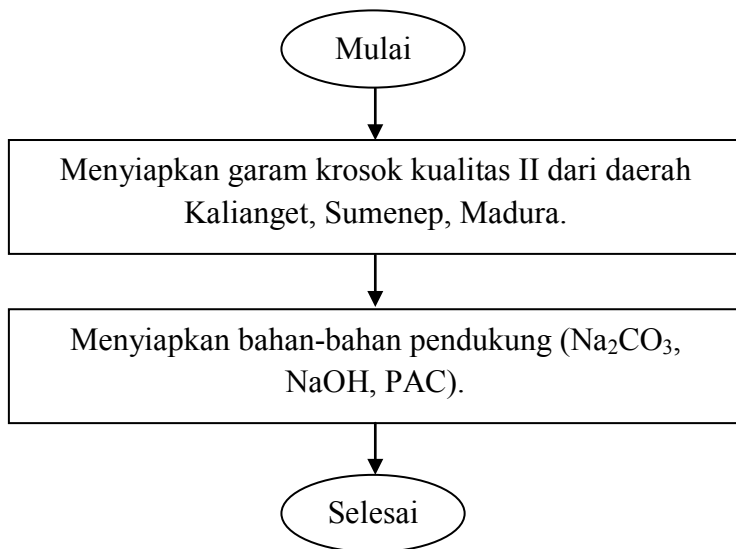


---

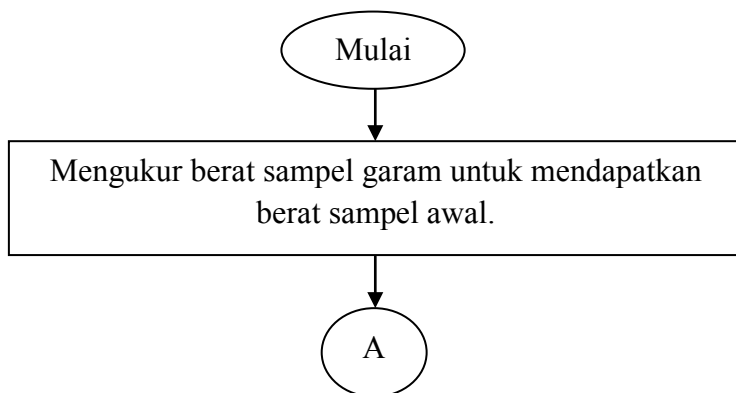
### III.7 Diagram Alir Percobaan

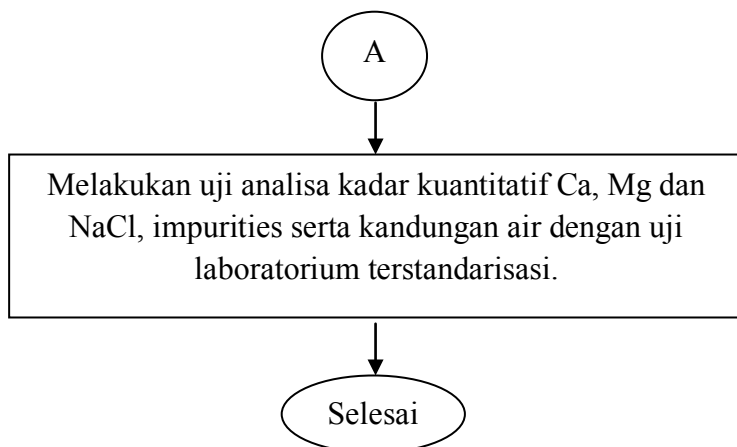
#### III.7.1 Persiapan Bahan Baku Dan Analisa Bahan Baku

##### III.7.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku



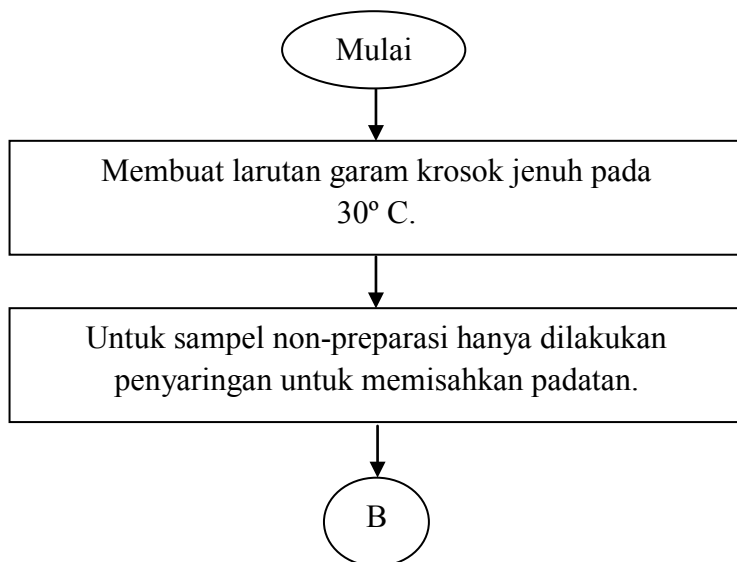
##### III.7.1.2 Tahap Analisa Bahan Baku

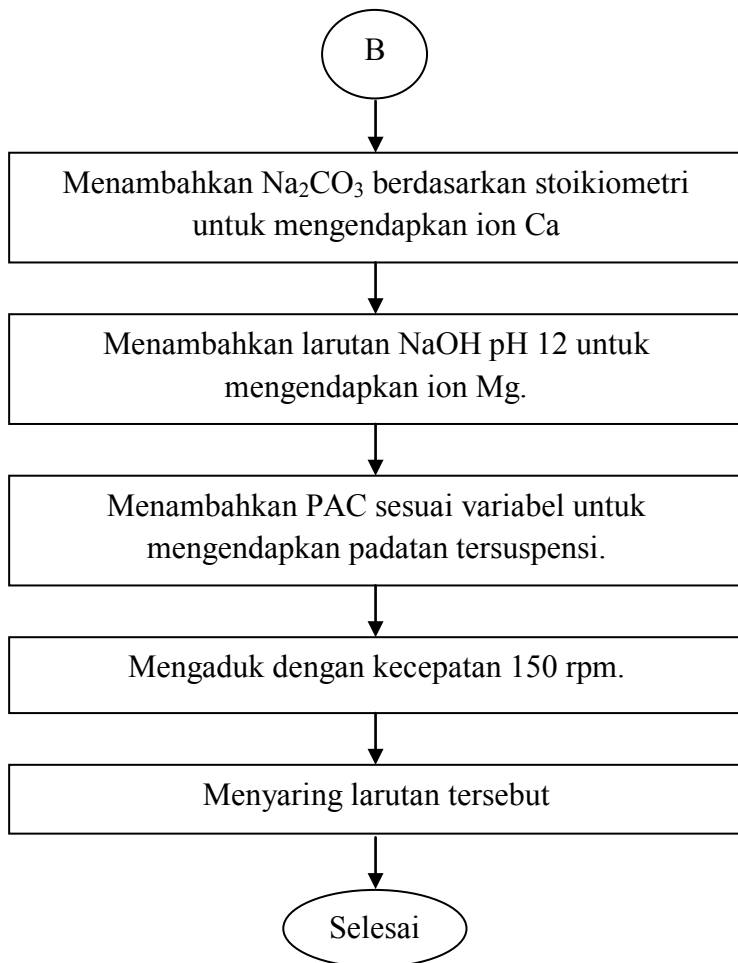




### III.7.2 Tahap Percobaan

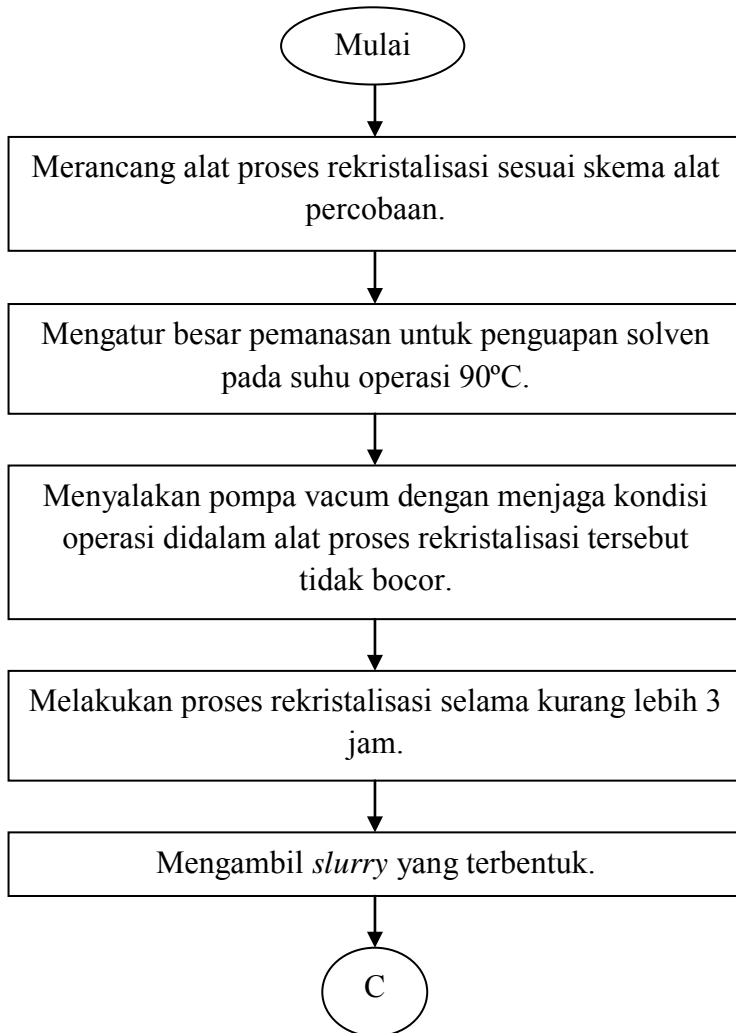
#### III.7.2.1 Preparasi Umpan Rekrystalisasi

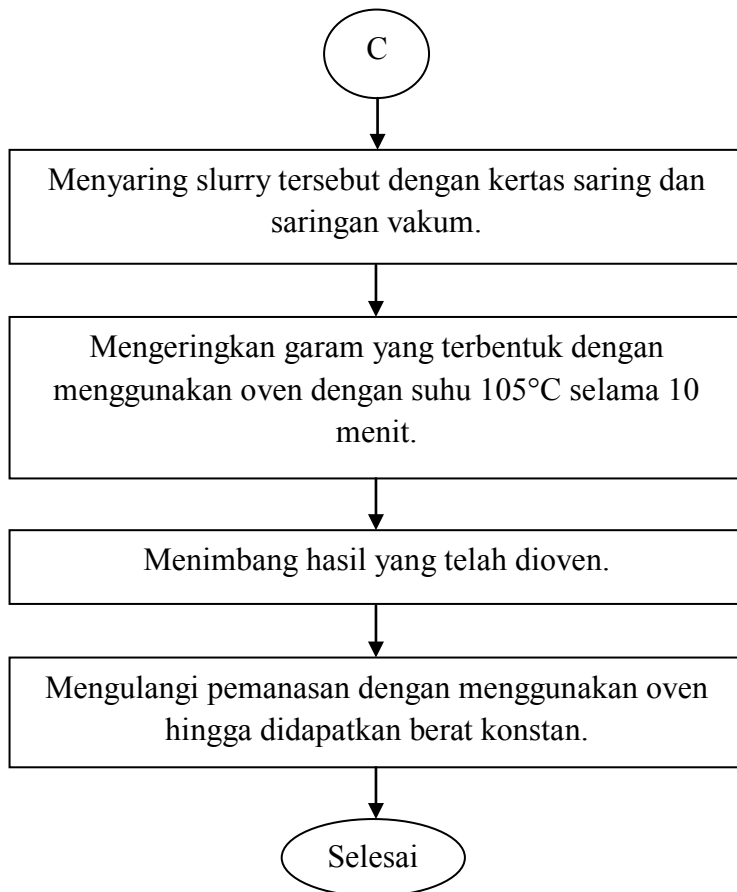






### III.7.2.2 Proses Rekristalisasi



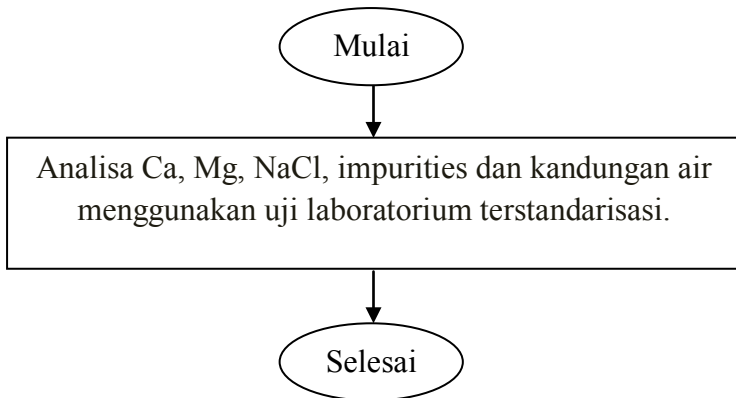




---

### III.6.3 Tahap Analisa Hasil Percobaan

#### III.6.3.1 Analisa Produk Hasil Rekrystalisasi

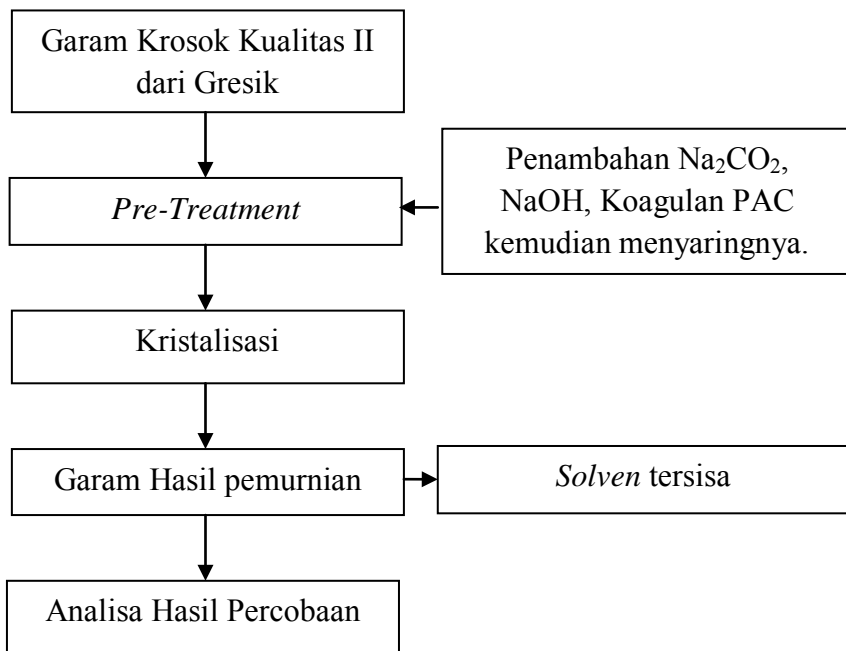




---

### III.7 Diagram Blok Inovasi Pemurnian Garam

---





### III.8 Proses Diagram Alir Percobaan



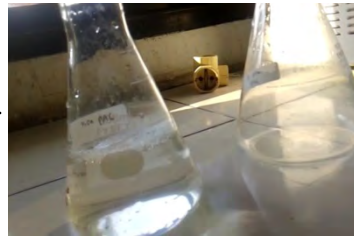
Larutan Garam Pekat



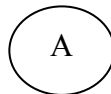
Memulai tahap pre-treatment



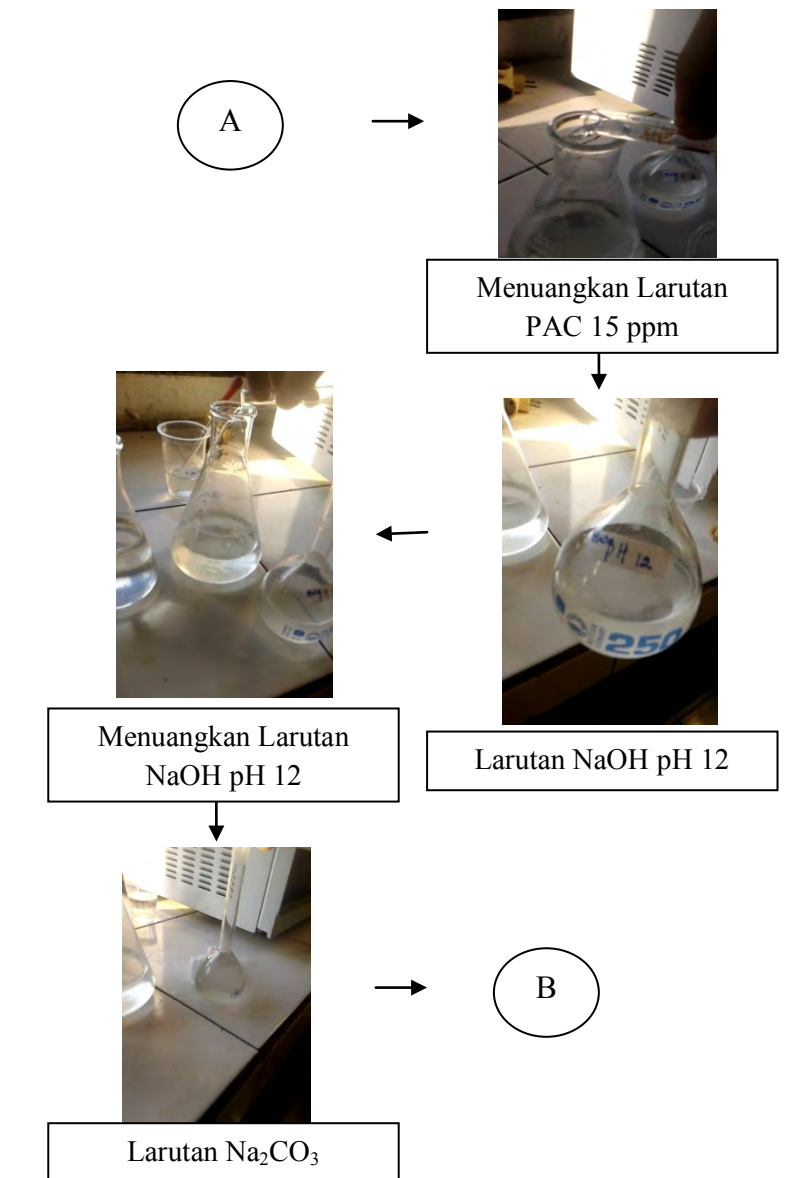
Variabel dengan preparasi

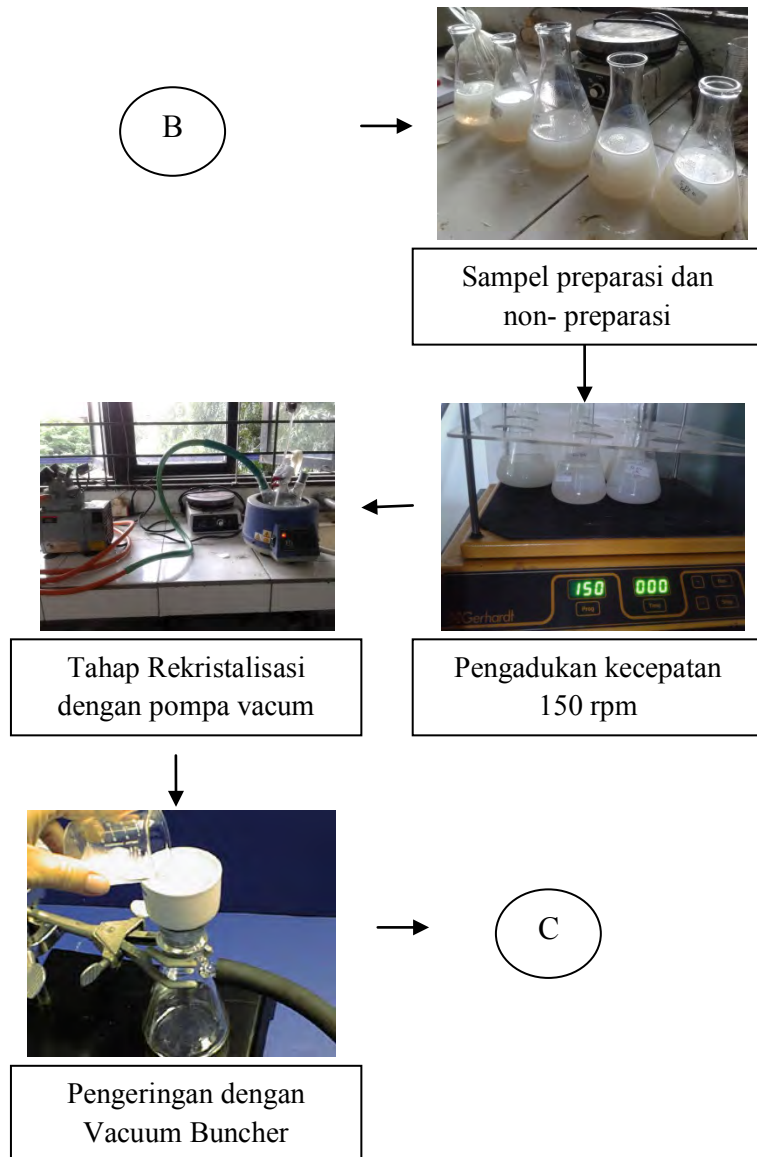
Variabel tanpa preparasi  
tanpa penambahan PAC

Larutan PAC 15 ppm











C



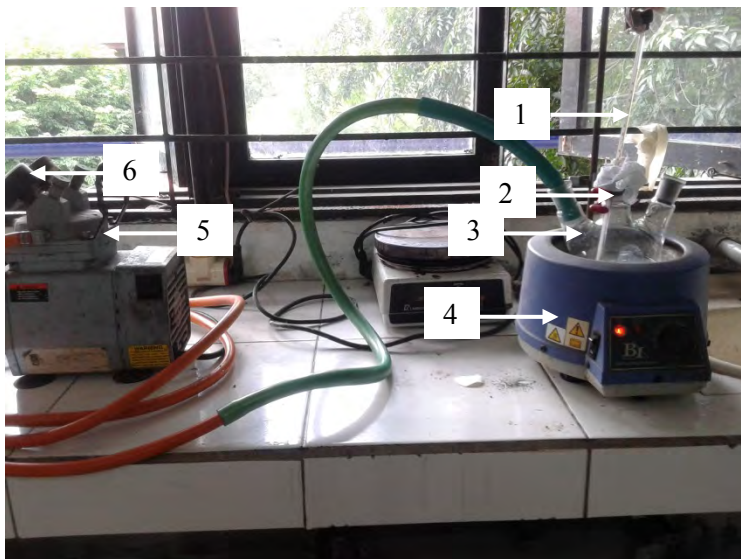
Slurry (hasil endapan  
yang telah dikeringkan)



*High Sodium Chloride*



### III.9 Gambar Alat Percobaan



Keterangan :

1. Termometer
2. Statif dan Klem
3. Labu leher 3
4. Pemanas Listrik
5. Pompa Vacuum
6. Pengukur Tekanan (*Barometer*)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### IV.1 Hasil Percobaan



Gambar IV.1 Hasil Rekristalisasi Garam

Tabel IV.1 **Komposisi Awal Bahan Baku (Garam Krosok)**

<b>Komponen</b>	<b>Berat (kg)</b>	<b>% Berat</b>
NaCl	1,57554	87,53
Mg	0,00936	0,52
Ca	0,00504	0,28
<i>Impurities</i>	0,02232	1,24
H <sub>2</sub> O	0,18774	10,43
<b>Total</b>	<b>1,8</b>	<b>100</b>

( Sumber : BARISTAND Surabaya)



**Tabel IV.2 Rata-rata Komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel PAC (0, 5, 10, 15, dan 20 ppm)**

Komponen	Berat (kg)	% Berat
NaCl	1,61100	98,12
Mg	0,00890	1,12
Ca	0,04510	0.89
<i>Impurities</i>	0,01980	0,85
H <sub>2</sub> O	6,51200	0.05

**Tabel IV.3 Komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel Tanpa Penambahan PAC**

Komponen	Berat (kg)	% Berat
NaCl	1,57854	90,13
Mg	0,00936	2,2
Ca	0,00504	3
<i>Impurities</i>	0,02232	1,01
H <sub>2</sub> O	6,76835	3,6
<b>Total</b>		<b>100</b>



**Tabel IV.4 Komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel Penambahan PAC 5 ppm**

Komponen	Berat (kg)	% Berat
NaCl	1,58554	93,6
Mg	0,00900	1,5
Ca	0,05000	1,73
<i>Impurities</i>	0,02000	1
H <sub>2</sub> O	6,63200	2,13
<b>Total</b>		<b>100</b>

**Tabel IV.5 Komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel Penambahan PAC 10 ppm**

Komponen	Berat (kg)	% Berat
NaCl	1,61054	95,9
Mg	0,00876	1,01
Ca	0,04600	1,512
<i>Impurities</i>	0,01990	0,96
H <sub>2</sub> O	6,55000	0,618
<b>Total</b>		<b>100</b>



**Tabel IV.6 Komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel Penambahan PAC 15 ppm**

Komponen	Berat (kg)	% Berat
NaCl	1,62200	99,1
Mg	0,00840	0,7
Ca	0,04000	0,2
<i>Impurities</i>	0,01860	0
H <sub>2</sub> O	6,32000	0
<b>Total</b>		<b>100</b>

**Tabel IV.7 Komposisi Kristal Garam Setelah Rekrystalisasi Menggunakan Variabel Penambahan PAC 20 ppm**

Komponen	Berat (kg)	% Berat
NaCl	1,6100	96
Mg	0,00850	1,505
Ca	0,04150	0,812
<i>Impurities</i>	0,01965	0,86
H <sub>2</sub> O	6,42100	0.823
<b>Total</b>		<b>100</b>





**Tabel IV.8 Pengaruh Variabel Penambahan PAC terhadap kadar NaCl, Mg, Ca, dan *Impurities***

PAC (ppm)	% Kadar			
	NaCl	Mg	Ca	<i>Impurities</i>
<b>0</b>	90,13	2,2	3	1,01
<b>5</b>	93,6	1,5	1,73	1
<b>10</b>	95,9	1,01	2	0,96
<b>15</b>	99,1	0,7	0,2	0
<b>20</b>	9,6	2	0,812	0,86

## IV.2 Pembahasan

Proses pemurnian ini secara garis besar dilakukan dengan tiga tahap: tahap pertama (koagulasi), yaitu dengan menambahkan ion dengan muatan yang berlawanan agar menimbulkan destabilisasi partikel koloid sehingga lapisan difusi akan mengecil dan memungkinkan bekerjanya gaya tarik menarik antar partikel. Koagulannya adalah PAC dan penambahan NaOH dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang ditambahkan ke dalam larutan garam dan dilakukan pengadukan.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ditambahkan terlebih dahulu sebelum NaOH sebab apabila hidroksida ditambahkan lebih awal tanpa kehadiran karbonat maka hidroksida akan mudah pecah sehingga menyulitkan proses pengendapan (Kanno, I. and J. Yoshioka, 1967). Tahap kedua (flokulasi), dengan penambahan flokulan untuk membentuk flok-flok yang lebih besar dan lebih berat, akibatnya densitas padatan yang terbentuk menjadi lebih besar dan laju pengendapan menjadi naik. Flokulasi dilakukan dengan pengadukan lambat untuk mencegah pecahnya flok



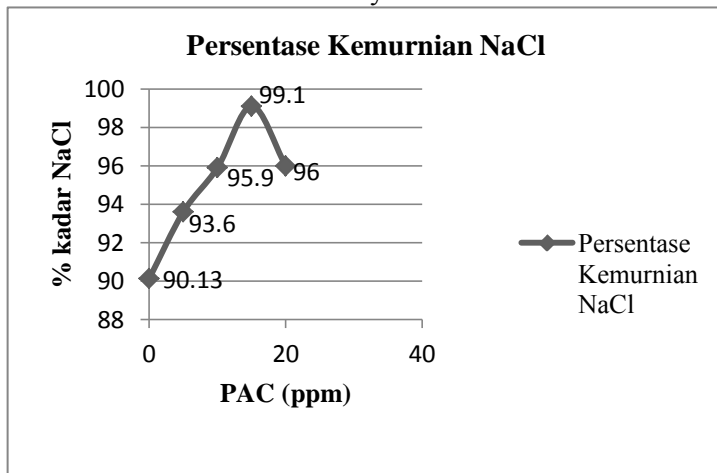
tersebut. Tahap ketiga (sedimentasi), semua flok-flok yang terbentuk akan turun ke dasar wadah memisahkan diri dari larutan dengan percepatan maksimum padatan sesuai konsentrasinya (Brown, G.G, 1978). Tahap keempat (Filtrasi), yaitu dengan melewati fluida yang telah terpisah dari endapannya pada medium penyaringan. Fluida lolos dari media penyaring sedangkan padatannya akan tertahan pada permukaan media penyaring. Gaya penggerak (driving force) pada proses filtrasi dapat berupa gaya gravitasi, tekanan, atau gaya sentrifugal.

Penelitian ini diawali dengan pembuatan larutan garam, yaitu melarutkan 1,8 kg NaCl dalam *aquadest* hingga diperoleh larutan dengan volume 6,5 liter. Proses pelarutan dilakukan pada suhu 90°C. Setelah itu kedalam larutan ditambahkan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan ditambahkan NaOH hingga pH larutan 12 masing-masing 5 ml. Kemudian di tambahkan PAC dengan variabel 0, 5, 10, 15 dan 20 ppm. Didiamkan selama 6 jam sampai mengendap sempurna lalu disaring dan dipisahkan antar endapan dan larutan garam (brine). Setelah itu larutan garam (brine) dimasukkan ke proses rekristalisasi menggunakan pompa vakum dengan dijaga suhunya 90° C. Hasil proses tersebut adalah kristal garam. Kristal garam dilakukan uji analisa kadar Ca, *Impurities*, Mg dan NaCl di Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Baristand Industri Surabaya dan alat Spektrofotometri..

Bahrudin et al. mempelajari penentuan rasio Ca/Mg optimum pada proses pemurnian garam dapur dengan penambahan natrium karbonat, natrium hidroksida, dan flokulan pada temperature 90° C. Dari penelitian tersebut ditemukan bahwa pemurnian garam dipengaruhi oleh rasio Ca/Mg, bila rasionya terlalu kecil ataupun terlalu besar mengakibatkan pengendapan impuritas tidak dapat berlangsung dengan baik. Selain itu ditemukan pula bahwa penambahan flokulan cukup mempengaruhi penurunan kadar Ca<sup>2+</sup>. Partikel-partikel yang berflokulasi, yakni saling mendekati dan membentuk gumpalan bahan yang lebih besar yang akan mengendap dalam larutan garam. PAC adalah yang biasa dijadikan garam khusus



pada pembuatan aluminium klorida yang mampu memberikan daya koagulasi dan flokulasi yang lebih kuat daripada aluminium yang biasa dan garam-garam besi seperti aluminium sulfat atau ferri klorida. Kegunaan dari PAC adalah sebagai koagulan atau flokulan untuk menguraikan larutan yang keruh dan menggumpalkan partikel sehingga memungkinkan untuk memisah dari medium larutannya.



**Grafik IV.2 Hubungan Variabel Penambahan PAC (0, 5, 10, 15, dan 20) ppm dengan Persentase Penambahan Kadar NaCl**

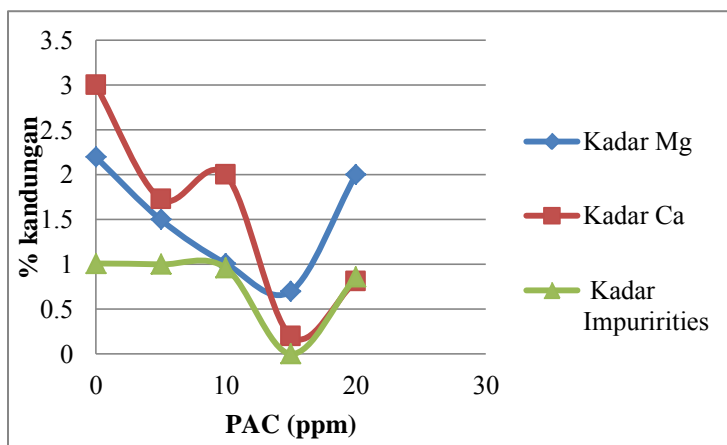
Grafik diatas merupakan hubungan antara penambahan koagulan PAC dengan persentase kemurnian NaCl. Hasil optimum diperoleh menunjukkan dengan penambahan PAC 15 ppm dengan 99,1% kemurnian NaCl. Secara umum kadar NaCl yang diperoleh dari garam dengan penambahan koagulan (preparasi) lebih baik dibandingkan dengan garam tanpa koagulan PAC (non preparasi).

Preparasi dengan dilakukan dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , NaOH, dan variabel penambahan PAC dapat menaikkan kemurnian NaCl. Penambahan variabel PAC dapat menghilangkan padatan tersuspensi. Pada penambahan koagulan



PAC optimum terjadi pada penambahan 15 ppm. Penambahan PAC memberikan pengaruh yang cukup berarti dalam penghilangan impuritas dalam larutan garam. PAC dapat meningkatkan kadar impurities karena partikel-partikel yang berflokulasi, yakni saling mendekati dan membentuk gumpalan bahan yang lebih besar yang akan mengendap dalam larutan. Namun bila rasionya terlalu kecil ataupun terlalu besar mengakibatkan pengendapan impuritas tidak dapat berlangsung dengan baik. Penurunan ini disebabkan oleh senyawa-senyawa sisa asam yang terdapat dalam air garam dan penggunaan PAC sebagai koagulan pada proses pengadukan. PAC merupakan bahan koagulan yang bersifat asam karena memiliki sisi keasaman Bronsted-Lowry. Jadi semakin banyak PAC yang ditambahkan, maka pH larutan akan semakin rendah sehingga akan menurunkan kadar NaCl (*R.A.Day Jr., A.L. Underwood, 1986*).

Kadar ini telah memenuhi SNI 06-0303-1989 sebesar (98,5% d.b) untuk kualitas garam industri soda elektrolisis.



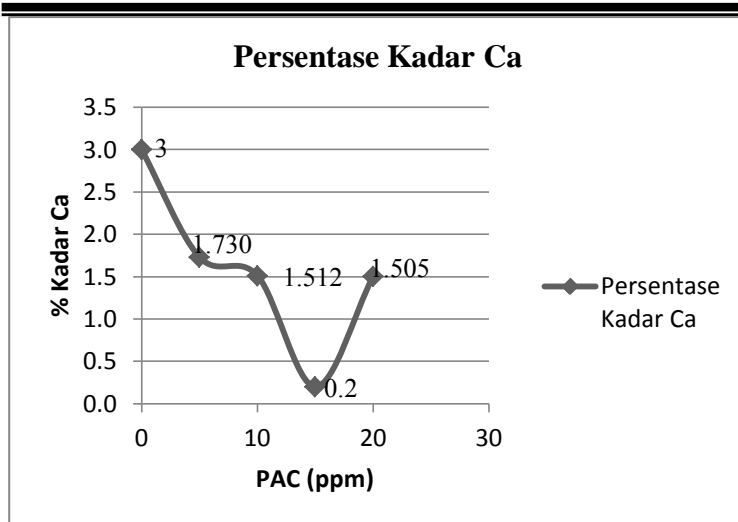
**Grafik IV.2 Hubungan Variabel Penambahan PAC (0, 5, 10, 15, dan 20) ppm dengan Persentase Penurunan Kandungan Impuritas**



Grafik diatas merupakan hubungan antara penambahan koagulan PAC dengan penurunan kadar Ca, Mg, dan *Impurities*. Kadar Ca, Mg, dan *Impurities* mengalami penurunan dengan ditambahnya variabel koagulan PAC. Hasil optimum seluruhnya terjadi penambahan koagulan PAC 15 ppm yang dapat menurunkan kadar Ca, Mg, dan *Impurities* yang paling baik. Hal ini disebabkan penggunaan flokulan yang terlalu *excess* dapat menghambat atau menghalangi terbentuknya ikatan antara ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan *Impurities*nya.

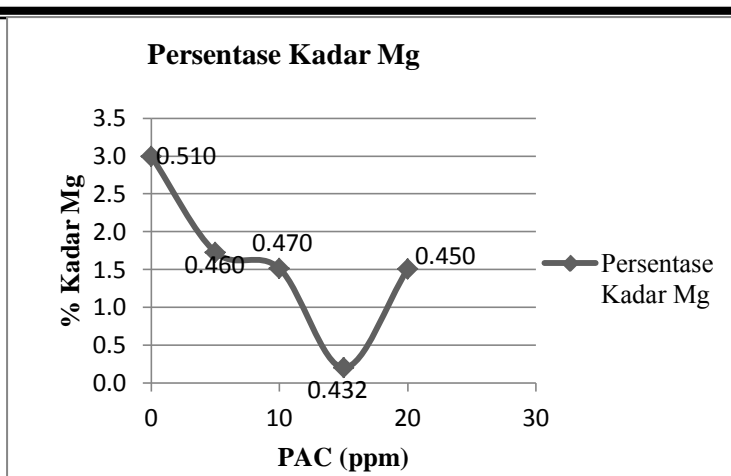
Peningkatan kadar Ca, Mg, dan *Impurities* dapat meningkat selama operasi jika sudah melewati titik optimum penambahan PAC. Hal ini disebabkan karena adanya penguapan *solven* yang teruapkan semakin banyak sehingga banyak *impurities* yang terperangkap dalam kristal garam karena proses rekristalisasi dilakukan secara *batch*.

Menurut SNI 06-0303-1989 syarat mutu untuk garam industri soda elektrolisis maksimal untuk Ca (0,1% d.b) dan Mg (0,06% d.b). Pada hasil yang diperoleh masih belum sesuai dengan syarat mutu.



**Grafik IV.2 Hubungan Variabel Penambahan PAC (0, 5, 10, 15, dan 20) ppm dengan Persentase Penurunan  $\text{Ca}^{2+}$**

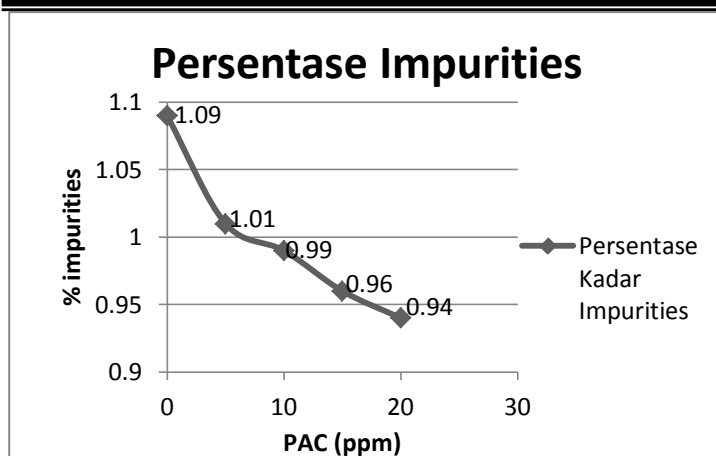
Grafik diatas merupakan hubungan antara penambahan koagulan PAC dengan penurunan kadar Ca. Pada penambahan koagulan 15 ppm ternyata kadar ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang dapat dihilangkan sampai 0,18% dari larutan garam paling optimum untuk menurunkan  $\text{Ca}^{2+}$  daripada penambahan koagulan yang lain. Hal ini disebabkan penggunaan flokulan yang terlalu *excess* dapat menghambat atau menghalangi terbentuknya ikatan antara ion  $\text{Ca}^{2+}$ . Kemurnian larutan garam juga dipengaruhi oleh konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang ditambahkan untuk mengendapkan  $\text{Ca}^{2+}$  sebagai  $\text{CaCO}_3$ , sehingga kadar  $\text{Ca}^{2+}$  sisa menjadi kecil (Nurfatihayati, 2003).



**Grafik IV.3 Hubungan Variabel Penambahan PAC (0, 5, 10, 15, dan 20) ppm dengan Persentase Penurunan  $Mg^{2+}$**

Grafik diatas merupakan hubungan antara penambahan koagulan PAC dengan penurunan kadar Mg. kadar  $Mg^{2+}$  merupakan hasil pengurangan kadar total sampel dengan kadar  $Ca^{2+}$  sisa dimana endapan  $Mg(OH)_2$  dipisahkan akan semakin kecil. PAC akan bekerja pada penambahan yang optimum.

Berdasarkan grafik tersebut penambahan optimum terjadi pada penambahan 15 ppm.



**Grafik IV.4 Hubungan Variabel Penambahan PAC (0, 5, 10, 15, dan 20) ppm dengan Persentase Penurunan *Impurities***

Berdasarkan Grafik tersebut Penurunan kadar *Impurities* terjadi pada penambahan koagulan PAC 15 ppm. Peningkatan kadar *Impurities* dapat meningkat selama operasi jika sudah melewati titik optimum penambahan PAC. Hal ini disebabkan karena adanya penguapan *solven* yang teruapkan semakin banyak sehingga banyak *impurities* yang terperangkap dalam kristal garam karena proses rekristalisasi dilakukan secara *batch* (George J, 1984).



## BAB V NERACA MASSA DAN PANAS

### V.1 Neraca massa

#### V.1.1 Neraca massa Umpan Rekristalisasi

**Data Komposisi Garam Rakyat yang Dipakai :**

<b>Komponen</b>	<b>Berat (kg)</b>	<b>% Berat</b>
NaCl	1.57554	87.53
Mg	0.00936	0.52
Ca	0.00504	0.28
Impurities	0.02232	1.24
H <sub>2</sub> O	0.18774	10.43
<b>Total</b>	<b>1.8</b>	<b>100</b>

(Sumber : *BARISTAND Surabaya*)

<b>Neraca Massa Umpan Rekristalisasi</b>			
<b>Bahan Masuk</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Bahan Keluar</b>	<b>Massa (kg)</b>
NaCl	1.58	NaCl	1.58
Mg	0.01	Mg	0.01
Ca	0.01	Ca	0.01
Impurities	0.02	Impurities	0.02
H <sub>2</sub> O	0.19	H <sub>2</sub> O	6.19
<b>Total</b>	<b>1.80</b>		
<b>Air proses</b>			
H <sub>2</sub> O	6.00		
<b>Total</b>	<b>7.80</b>		<b>7.80</b>



*Bab V Neraca Massa*

<b>Neraca Massa Rekristalisasi</b>			
<b>Bahan Masuk</b>		<b>Bahan Keluar</b>	
<b>(kg)</b>		<b>(kg)</b>	
NaCl	1.57554	NaCl	1.62200
Mg	0.00936	Mg	0.00840
Ca	0.00504	Ca	0.04000
Impurities	0.02232	Impurities	0.01860
H <sub>2</sub> O	6.19000	H <sub>2</sub> O	6.11326
<b>(kg)</b>		Flokulan	0.00012
Flokulan	0.00012		
<b>Total</b>	<b>7.80238</b>	<b>Total</b>	<b>7.80238</b>

## V.2 Neraca Panas

### V.2.1 Neraca Panas pada Rekristalisasi

#### Neraca Panas pada Rekristalisasi

<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>	
<b>Komponen</b>	<b>ΔH (kal)</b>	<b>Komponen</b>	<b>ΔH (kal)</b>
NaCl	19.80	NaCl	87.76
Mg	0.11	Mg	1.06
Ca	0.06	Ca	6.46
Impurities	0.30	Impurities	0.98
H <sub>2</sub> O	371.40	H <sub>2</sub> O	17.13
		Qloss	278.27
<b>Total</b>	<b>391.66</b>	<b>Total</b>	<b>391.66</b>

## BAB VI

### ESTIMASI ANGGARAN BIAYA

#### VI.1 Anggaran Biaya Pembuatan Produk

Estimasi anggaran biaya pembuatan inovasi teknologi alat pemurnian garam dari impuritiesnya menghasilkan high sodium chloride melalui metode rekristalisasi dengan penambahan koagulan PAC skala rumah tangga.

Kapasitas produksi : 2 kg garam krosok

Waktu operasi : 6 Jam

Bahan yang dibutuhkan untuk membuat garam murni dalam 1 kali produksi :

Air : 6 liter

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  : 0.15 kg/ 1 liter air

NaOH : 0.26 kg/ 1 liter air

Koagulan PAC : 15 mg/ 1 liter air

**Tabel VI.1** Biaya Investasi Peralatan Proses Produksi

No	Keterangan	Spesifikasi	Kuantitas	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
1.	Presto “Air Lux”	Volume 8 m <sup>3</sup>	1 buah	214.000	214.000
2.	Dinamo Kipas Angin	Box Fan 3 maspion kecepatan rpm	1 buah	55.000	55.000
3.	Kapasitor	1.5mf DB	1 buah	5.000	5.000
4.	Kabel dan colokan	AC kawachi	1 meter	10.000	10.000
5.	Switch Kipas	4 colokan MIRING maspion	1 buah	12.500	12.500
6.	Seal Pompa air	A.Shimitzu	1 buah	7.500	7.500
7.	Barometer	Up to 6 Bar	1 buah	40.000	40.000
8.	Termometer	150° C	1 buah	80.000	80.000
9.	Prove	-	1 buah	5.000	5.000
10.	Selang Pompa	Anti muai, tahan panas, tebal diameter luar 10 mm	3 meter	80.000	240.000
11.	Pompa Air	Shimitzu 125 Watt	1 buah	475.000	475.000



### *BAB VII Estimasi Anggaran Biaya*

12.	Biaya konstruksi alat; alat las dan bubut. Alat konversi vacum pump.	-	1 buah	500.000	500.000
<b>Sub-Total</b>					<b>1.644.000</b>

**Tabel VI.2** Biaya Kebutuhan Bahan Baku Sekali Produksi

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
1.	Garam Krosok	2 Kg	400	800
2.	Koagulan PAC	15 mg	12.000/kg	100
3.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.15 Kg	5.500/kg	825
4.	NaOH	0.26 Kg	6500/kg	1690
<b>Sub-Total</b>				<b>3.415</b>

**Tabel VI.3** Biaya Pendukung Utilitas Per Produksi

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
1.	Air	2 m <sup>3</sup>	600	1200
2.	Listrik	3 Kwh	1.112	3.336
3.	Gas Elpiji	3 Kg	4.000	4.000
<b>Sub-Total</b>				<b>8536</b>

**Tabel VI.4** Biaya Pendukung Lainnya

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
1.	Maintenance peralatan	-	20.000	20.000
<b>Sub-Total</b>				<b>20.000</b>

**a. Biaya tetap (FC)**

Biaya tetap adalah total biaya yang tidak akan mengalami perubahan apabila terjadi perubahan volume produksi. Biaya tetap secara total akan selalu konstan sampai tingkat kapasitas penuh. Biaya tetap merupakan biaya yang akan selalu terjadi walaupun perusahaan tidak berproduksi. Biaya tetap meliputi PBB, penyusutan alat, sewa tanah atau bangunan, utilitas, gaji karyawan, dan *maintenance* peralatan.

## 1. Nilai asset peralatan

$$\frac{\text{Harga awal peralatan total} - \text{Harga akhir umur peralatan}}{\text{Waktu (tahun)}}$$

$$\frac{1.644.000 - 500.000}{5} = 228.000$$

Nilai asset perusahaan pada akhir tahun ke- 5 :  
228.000

2. Utilitas	=	4.536
3. Maintenance peralatan	=	20.000
		+
Total		= 252.536

**b. Biaya variabel (VC)**

Biaya variabel adalah total biaya yang berubah-ubah tergantung dengan perubahan volume penjualan/produksi. Biaya variabel akan berubah secara proposional dengan perubahan volume produksi. Biaya variabel meliputi kebutuhan bahan baku.

Biaya variabel per produksi = Rp 3.415

$$\begin{aligned} \text{Biaya variabel per kg} &= \frac{\text{Biaya variabel per produksi}}{\text{Jumlah produksi}} \\ &= \frac{\text{Rp 3.415}}{6 \text{ liter}} \\ &= \text{Rp 569,166} \end{aligned}$$

**c. Biaya produksi total (TC)**

Biaya produksi total merupakan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan proses produksi dalam waktu satu bulan.

$$\begin{aligned} \text{FC} + (10 \text{ VC}) &= \text{Rp } 252.536 + (10 \times \text{Rp } 3.415) \\ &= \text{Rp } 286.686 \end{aligned}$$

**VI.2 Harga Pokok Penjualan (HPP)**

Harga pokok penjualan adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh barang yang dijual atau harga perolehan dari barang yang dijual.

- Jumlah garam (yield) 32,88 % yang dihasilkan dalam 1 kali produksi = 0,6576 Kg
- Jumlah garam yang dihasilkan dalam 1 bulan =  $6 \times 30 \times 0,6576 \text{ kg} = 118,368 \text{ Kg}$

$$\begin{aligned} \text{HPP} &= \frac{\text{Biaya produksi total (FC)}}{\text{Jumlah produk per bulan}} \\ &= \frac{\text{Rp } 286.686}{118,368 \text{ Kg}} \\ &= \text{Rp } 2421,989 / \text{kg} \end{aligned}$$

- Harga jual = 6.000/ kg
- Laba = 6.000 - 2.421,989 = Rp 3.578
- Hasil penjualan per bulan =  $\text{Rp } 6.000 \times 118,368 \text{ kg}$   
= Rp 710.208
- Laba per bulan =  $\text{Rp } 710.208 - \text{Rp } 286.686$   
= Rp 423.522
- Laba per tahun =  $\text{Rp } 423.522 \times 12 \text{ bulan}$   
= Rp 5.082.264

\*Catatan: Neraca keuangan dalam kapasitas produksi kecil.



### VI.3 Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* (BEP) ialah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. *Break Even Point* ini digunakan untuk menganalisis proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa uang yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal.

- BEP unit : titik pulang pokok (BEP) yang dinyatakan dalam jumlah penjualan produk di nilai tertentu.

$$\begin{aligned}\text{BEP unit} &= \frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Harga jual per kg} - \text{biaya variabel per kg}} \\ &= \frac{252.536}{6.000 - 569,166} \\ &= 46,5\end{aligned}$$

Artinya, tiap rumah tangga perlu menjual 46,5 kg garam agar terjadi BEP. Pada penjualan ke 47 kg, maka rumah tangga tersebut akan mulai memperoleh keuntungan.

- BEP rupiah : titik pulang pokok (BEP) yang dinyatakan dalam jumlah penjualan atau harga penjualan tertentu.

$$\begin{aligned}\text{Kontribusi margin per kg} &= \text{harga jual per kg} - \text{biaya variabel per kg} \\ &= \text{Rp } 5.430\end{aligned}$$

$$\text{BEP rupiah} = \frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Kontribusi margin per kg : biaya variabel per kg}}$$

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{Rp } 252.536}{\text{Rp } 5.430 : \text{Rp } 569,166} \\ &= \text{Rp } 26.470,51\end{aligned}$$

Artinya, industri rumah tangga tersebut perlu mendapatkan omset penjualan biogas senilai Rp 26.470,51 agar terjadi BEP, maka perusahaan tersebut akan mulai



memperoleh keuntungan jika mendapat omset sebesar Rp 27.000

Dari hasil perhitungan neraca keuangan di atas, total penghasilan akan meningkat seiring dengan meningkatnya atau besarnya kapasitas produksi. Kapasitas produksi yang besar, akan sangat memberikan nilai penghasilan yang tinggi pada proses penjualan akhir.

Berikut kami sampaikan tabel perhitungan neraca keuangan ketika dilakukan peningkatan kapasitas produksi.

**Tabel VI.5** Perbandingan Perhitungan Biaya Penjualan dengan kenaikan kapasitas produksi

<b>Kapasitas Produksi/sekali produksi</b>	<b>Biaya total dalam sebulan produksi</b>	<b>Kapasitas Produksi garam (Kg)</b>	<b>HPP</b>	<b>Penghasilan Penjualan/bulan</b>
2	286.686	118,368	2421,989	710.208
10	1.006.686	591.84	1700,942	3.551.040
20	1.440.286,686	1183,68	1216,78	7.102.080



## **BAB VII**

### **KESIMPULAN**

#### **VII.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang di dapat dari penelitian Tugas Akhir adalah :

1. Kadar NaCl terbaik pada garam hasil rekristalisasi adalah penambahan koagulan PAC 15 ppm . Kadar ini telah memenuhi SNI 06-0303-1989 sebesar (98,5% d.b) untuk kualitas garam industri soda elektrolisis.
2. Penambahan koagulan PAC terjadi pada penambahan 15 ppm untuk menurunkan kadar  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan *Impurities*.

#### **VII.2 Saran**

Adapun saran dalam penelitian ini adalah :

1. Pada proses rekristalisasi harus dijaga suhunya, sebaiknya tidak melebihi 90°C.
2. Pada saat pengadukan sebaiknya pengadukan tidak terlalu lambat.
3. NaOH dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang dipakai harus yang pro analisis agar pengendapan berlangsung dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ammary, B. Y. (2004). Nutrients requirements in biological industrial wastewater treatment. *African Journal of Biotechnology*, 236-238.
- Bambang SM., S. (2003). *Kerajinan Tangan Eceng Gondok*. Jawa Tengah: Proyek Pemberdayaan UPT dan Tenaga Kependidikan Luar Sekolah Jawa Tengah.
- Kossmann, W. (1999). *Biogas - Application and Product Development*. Germany: Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT).
- Lesthari, A. P. (2006). *Pengaruh Waktu Tunda Giling Tebu dan Penambahan Natrium Metabisulfit Terhadap Mutu Gula Merah Tebu*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Masriadi. (2012). *Optimasi Energi Biogas Dari Hasil Fermentasi Eceng Gondok Berbasis Variabel Proses*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Munandar, M. N. (2012). Penilaian Daur Hidup (Life Cycle Assessment) Gula Pada Pabrik Gula Tebu. *E-Jurnal Agroindustri Indonesia Issn: 2252 - 3324* , 60-67.
- Pramudono, B. (2013). Produksi Biogas Dari Eceng Gondok: Kajian Konsistensi dan pH Terhadap Biogas Dihasilkan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* , 211-215.
- Sittadewi, E. H. (2007). Pengolahan Bahan Organik Eceng Gondok Menjadi Media Tumbuh Untuk Mendukung Pertanian Organik. *ISSN 1441-318X* , 229-234.
- Suhandi. (2011). Meningkatkan Kualitas Biogas Dengan Penambahan Gula. *Rekayasa, Vol. 12* , 53-62.
- Sunaryo. (2014). Rancang Bangun Reaktor Biogas Untuk Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Sapi Di Desa Limbangan Kabupaten Banjarnegara. *PPKM UNSIQ ISSN: 2354-869X* , 21-30.
- Teodorita Al Seadi, D. R. (2008). *Biogas Handbook*. Esbjerg: University of Southern Denmark Esbjerg, Niels Bohrs Vej 9-10,.

- Triyatno, J. (2008). Pengaruh Perbandingan Kandungan Air Dengan Kotoran Sapi Terhadap Produktifitas Biogas Pada Digester Bersekat. *Pengaruh Perbandingan Kandungan ISSN 2085-3548* , 160-166.
- Yusiati, L. M. (2012). Pengaruh Jenis Kotoran Ternak Sebagai Substrat Dengan Penambahan Serasah Daun Jati (*Tectona grandis*) Terhadap Karakteristik Biogas Pada Proses Fermentasi. *Buletin Peternakan ISSN 0126-4400* , 40-47.

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jombang pada tanggal 04 Februari 1994 dengan nama lengkap Muhammad Luqman Hakim. Penulis telah menempuh pendidikan formal, yaitu MI Negeri Darul Ulum Jombang, SLTP Negeri 3 Jombang dan SMA Negeri 2 Darul Ulum Jombang. Setelah lulus dari SMA Negeri 2 Darul ulum, penulis diterima di Jurusan D-III Teknik Kimia ITS Surabaya pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP. 2312030048.

Selama kuliah penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan seminar, baik ditingkat jurusan, institut hingga nasional. Penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi. Apabila pembaca ingin berkorespondensi dengan penulis, dapat melalui email: [luqmanokey@gmail.com](mailto:luqmanokey@gmail.com).



Penulis dilahirkan di Sumenep, 28 Juni 1994 dengan nama lengkap Yeni Variyana anak kedua dari dua bersaudara. Dengan alamat rumah Jalan Raya Rubaru no. I A Kab. Sumenep. Penulis telah menempuh pendidikan formal diantaranya SDN Banasare 1, SMPN 1 Rubaru, SMAN 1 Sumenep, Diploma III Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya, terdaftar dengan nomer registrasi 2312 030 022. Penulis pernah kerja praktek di PT. TPPI Kab. Tuban, Jawa Timur; staff AKESMA HIMA DEKKIM Kepengurusan 2014-2015. Email : [yeni.fariyana@gmail.com](mailto:yeni.fariyana@gmail.com)